

REDISEÑO DE PLANTA PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA Y
PRODUCTIVIDAD DE LA PLANTA DE INYECCION DE PLASTICO, INDUSTRIAS
SUPER CALI S.A.

JUAN DAVID VÁSQUEZ MADRID

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE OPERACIONES Y SISTEMAS
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2015

REDISEÑO DE PLANTA PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA Y
PRODUCTIVIDAD DE LA PLANTA DE INYECCION DE PLASTICO, INDUSTRIAS
SUPER CALI S.A.

JUAN DAVID VÁSQUEZ MADRID

Pasantía institucional para optar el título de
Ingeniero Industrial

Director
CIRO MARTINEZ
Economista Industrial

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE OPERACIONES Y SISTEMAS
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2015

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado
en cumplimiento de los requisitos
exigidos por la Universidad
Autónoma de Occidente para optar
al título de Ingeniero Industrial

RICARDO MONTERO
Jurado

Santiago de Cali, 16 de marzo del 2015

CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	8
INTRODUCCIÓN	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
2. JUSTIFICACIÓN	12
3. ANTEDECENTES	13
4. MARCO TEORICO	15
4.1 TIPOS DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	15
4.1.1 Distribución en planta por producto	15
4.1.2. Distribución en Planta por Proceso	16
4.1.3. Distribución en planta por Posición Fija	16
4.2 FACTORES QUE AFECTAN A LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	17
4.2.1 Factor maquinaria	17
4.2.2 Factor hombre	18
4.2.3 Factor material	19
4.2.4 Factor movimiento	20
4.2.5 Factor espera	23
4.2.6 Factor servicio	24
4.2.7 Factor cambio	25
4.2.8 Factor edificio.	27

4.2.9	Estudio de tiempo	27
4.3	ESTUDIO DE METODOS Y TIEMPO	28
5.	OBJETIVOS	32
5.1	OBJETIVO GENERAL	32
6.	DESARROLLO DEL PROYECTO	33
6.1	ETAPAS DEL PROYECTO	33
6.2	ENCUESTA	34
6.3	DIRECCIÓN DE OPERACIONES	38
6.4	Estudio de métodos	41
6.4.1	Método actual	41
6.4.2	Método mejorado.	63
6.4.3	Estudio de tiempos	76
7.	CONCLUSIÓN	81
	BIBLIOGRAFIA	83

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1 Encuesta a colaboradores	34
Tabla 2. Ficha técnica maquinas.	39
Tabla 3. Ficha técnica de la tapa IR1 OG INT.	44
Tabla 4. Diagrama analítico del material actual.	52
Tabla 5. Diagrama bimanual actual puesto 1.	53
Tabla 6. Diagrama bimanual actual puesto 2.	55
Tabla 7. Diagrama bimanual actual puesto 3.	57
Tabla 8. Micromovimientos actual.	59
Tabla 9. Simbología.	60
Tabla 10. Diagrama de actividades múltiples.	61
Tabla 11. Cursograma analítico del material.	69
Tabla 12. Operación: Moldear sacar la pieza de la máquina y taladrar.	71
Tabla 13. Operación: Empaque de la pieza.	74
Tabla 14. Método actual.	76
Tabla 15. Método mejorado.	77

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1 Diagrama De Flujo De Producción	35
Figura 2. Áreas Funcionales- Organigrama	37
Figura 3. Proceso De Inyección	38
Figura 4. Tapa Para Contadores Ir1 Og Int	42
Figura 5. Estiba Negra.	43
Figura 6. Tendido De 5 Bultos (Izq.) Y 6 Tendidos Sobre Estiba.	43
Figura 7. Dibujo De La Maquina 1 Inyectora	44
Figura 8. Plano Actual De La Organización.	46
Figura 9. Distribución De Los Puestos De Trabajo Del Proceso Productivo Para La Elaboración De Una Tapa Para Contador.	47
Figura 10. Sección Del Proceso	48
Figura 11. Cursograma Sinóptico Del Proceso Actual.	51
Figura 12. Puesto De Trabajo 1. Sacar La Pieza De La Máquina.	52
Figura 13. Puesto De Trabajo 2. Quitar Rebaba-Inspeccionar Y Taladrar.	54
Figura 14. Puesto De Trabajo 3.	56
Figura 15. Cursograma Sinóptico Del Proceso Mejorado.	68
Figura 16. Puesto De Trabajo #1. Sacar La Pieza De La Máquina, Quitar Rebaba- Inspeccionar Y Taladrar.	70
Figura 17. Puesto De Trabajo #2.Empacar Producto Y Llevar Al Área De Producto Terminado.	73

RESUMEN

El proyecto desarrollado en la empresa Industrias Súper Cali SAS, consistió en escoger un proceso y un producto fabricado por la empresa, analizarlo y proponer mejoras que ayudaran a mejorar el proceso en tiempo, calidad, etc.

El proceso escogido fue la elaboración de tapas de contadores denominado Tapa IR1 OG INT; este a pesar de no identificarse con el producto bandera tiene gran demanda y fue seleccionado debido a que no es un proceso totalmente automático, porque es el que más operadores involucra (3) y que exige un mayor manejo de materiales en la planta, espacio y maquinas en este caso un taladro industrial.

En el desarrollo de este proyecto se logró reconocer que la empresa cuenta con muchos aspectos a describirse que pueden ser mejorados como la organización y señalización. Donde se escogieron varios aspectos que consideramos eran los más importantes para implementar mejoras al proceso y obtener mejores resultados en la fabricación del producto escogido. Entre estos se logró observar que el método propuesto tuvo gran impacto, ya que se distribuyeron mejor los costos debido a la asignación de un nuevo puesto de trabajo para uno de los 3 colaboradores del proceso escogido, se logró eliminar una operación innecesaria durante el proceso por lo cual fue posible que el tiempo del proceso disminuyera en un 50%, ya que se pasó de un tiempo estándar de 5,298 minutos a 2,669 minutos. Lo cual genera un aumento de la productividad.

PALABRAS CLAVES: Ingeniería industrial. Diseño de planta. Estudio de tiempos. Ergonomía. Productividad. Eficiencia. Plástico.

INTRODUCCIÓN

La ingeniería de métodos se puede definir como el conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones de trabajo directo e indirecto, buscando de tal forma introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo y que permitan que este se haga en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida, por lo tanto el objetivo final de la ingeniería de métodos es el incremento en las utilidades de la empresa. La ingeniería de métodos utiliza técnicas para el análisis de operaciones, una de ellas es dividir una tarea en simples elementos de trabajo, y estudiando cada movimiento para ordenarlo o eliminar los que no sean necesarios, buscando así una mejor combinación y secuencia de movimientos, logrando así métodos más sencillos y eficientes.

Dentro de los amplios beneficios directos e indirectos de un estudio de métodos y tiempos en una empresa (además del incremento en la productividad) tenemos los siguientes: importante aumento en la calidad de los productos y disminución en el número de productos defectuosos, se obtienen grandes beneficios para el operario y para el empresario al analizar y optimizar las tareas realizadas, disminuyendo así los potenciales riesgos de la labor y aumentando la eficiencia de la misma, se facilita el cálculo de pagos de salarios para el control financiero de la organización, dependiendo de la naturaleza del proceso, se reducirían los costos de producción, al aumentar la productividad y disminuir los tiempos ociosos de la labor, entre otros.

Este trabajo consistió en la aplicación conocimientos sobre estudio de métodos y tiempos de algunas actividades, para poder mejorar alguna actividad o criterio dentro de la misma, se utilizaron las diferentes técnicas de estudio para determinar un puesto de trabajo crítico y las diferentes mejoras que se podrían llevar a cabo dentro de un proceso determinado, en este caso, el proceso se trata de la fabricación de tapas para contadoras, más conocidas en la industria como Tapas IR1 OG INT. Se seleccionó dicho proceso y se llevó a cabo el estudio de métodos y tiempos del método actual, permitiendo de esta forma generar un método mejorado para la elaboración de tapas IR1 OG INT, al cual también se le realizó el estudio de métodos y tiempos.

A partir de estudio de métodos y tiempos se logra obtener el mejor rediseño de la planta para optimizar tiempos, costos, fatiga, esfuerzo y desgaste laboral. Lo cual permite incrementar la productividad y eficiencia de la empresa, como también una mejor distribución de los puestos de trabajo.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las primeras distribuciones en planta eran producto del hombre que llevaba a cabo el trabajo, o del arquitecto que proyectaba el edificio, se mostraba un área de trabajo para una misión o servicio específico pero no reflejaba la aplicación de ningún principio. Las distribuciones primitivas eran principalmente la creación de un hombre en su industria particular; había poquísimos objetivos específicos o procedimientos reconocidos, de distribución en planta.

Para llevar a cabo una distribución en planta ha de tenerse en cuenta cuáles son los objetivos estratégicos y tácticos que hay que aplicar y los posibles conflictos que puedan surgir entre ellos. La mayoría de las distribuciones quedan diseñadas eficientemente para las condiciones de partida, pero a medida que la organización crece debe adaptarse a cambios internos y externos lo que hace que la distribución inicial se vuelva menos adecuada hasta que llega el momento en que la redistribución se hace necesaria. El espacio, sea superficie de suelo o espacio cúbico, es caro; pero parece ser uno de los puntos que pocas veces se planea cuidadosamente. Si se dispone de amplio espacio y puede planificarse en una distribución sin dificultades, la postura que probablemente se tomará es de gran comodidad. Si el espacio es limitado, de modo que la ordenación de las máquinas se convierte en un problema serio, la reacción probable es de irritación.

El primer costo de espacio, bien en términos de alquileres o de depreciación del edificio, es precisamente un factor que interviene en todos los gastos. El espacio tiene que calentarse, iluminarse, limpiarse y estar bien conservado, al aumentarse la cantidad de espacio por máquina, estos gastos crecen sin añadir valor alguno al producto. Tienden además a quedar fijos, de modo que una disminución en el volumen no vendrá acompañada por una disminución en tales gastos, un aumento del espacio concedido a cada máquina significará ciertamente un gasto adicional en el movimiento de materiales, más tiempo de camino para jefes de turno y empleados y más tiempo para el personal de producción¹.

A partir de lo anterior, surgió la pregunta que se pretende dar respuesta en este proyecto, esta es: ¿El rediseño es la mejor alternativa para incrementar la producción y organizar la empresa, de modo que permita mejorar la gestión

¹ MORENO ESCALONA, Iván. Distribución en planta y materiales. Segunda Parte.03 del 2003[en línea]. [Consulta: 18 Septiembre de 2013] Disponible en internet: <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/distriplantaivan-1.htm>

interna en los procesos productivos? además, se pretende dar respuesta a los siguientes interrogantes:

- ¿Qué impacto tendría el rediseño de planta en la industrias súper cali s.a dedicada a la inyección de plástico?
- ¿Cuáles son las mejores opciones para utilización “efectiva” de todo el espacio?
- ¿Cómo podrán evitar los tiempos muertos en la empresa?
- ¿Qué se debe tener en cuenta para el acceso, la identificación y el movimiento fácil de los materiales y el producto terminado?
- ¿Por medio del rediseño de planta permitirá la disminución de los retrasos y del tiempo de fabricación y a su vez incrementar la producción?
- ¿Cómo podrá mejorar la supervisión y el control en sus procesos?

2. JUSTIFICACIÓN

En la empresa **industria súper cali s.a.s**, se realizó un rediseño de planta, ya que esta industria presentaba un problema de espacio, debido a que no hacen uso apropiado y eficiente de este. Por tanto presentan tiempos muertos, como también difícil acceso e identificación de los materiales e insumos, por ende genera retrasos. Dentro del estudio se identificó y analizó aquellas fallencias o problemáticas que presentaba la industria, teniendo en cuenta factores internos y externos, tomando como marco teórico de referencia la implementación o desarrollo de diseño de planta en empresas del mismo sector productivo y estudio de métodos y tiempos que facilitó y permitió el mejor diseño para la empresa. Este proyecto beneficiará a:

- **Sociedad:** Bienestar social y calidad de vida de la comunidad, así como fuente de trabajo e ingresos.
- **Economía:** Al desarrollo y crecimiento de la economía del país, ya que será fuente de empleo, como a su vez fortalecerá esta, incrementará la oferta y la demanda como también las exportaciones e importaciones de materias primas y productos terminados.
- **Proveedores:** Determinar el proveedor correcto y establecer una mejor comunicación con este, permitirá entregar productos o servicios de mejor calidad y en mayor cantidad. Ya que se tiene conocimiento y certeza de espacio, para su almacenaje.
- **Clientes:** Se determina y satisfacen las necesidades y deseos del consumidor, a su vez generar certeza en respuesta del servicio que se presta y envío de los pedidos, confiabilidad y calidad sobre el servicio y producto, flexibilidad en el valor del producto.
- **Operarios:** Aumento de conocimiento y desempeño en sus labores, para así tener una mejor eficiencia y eficacia.
- **Tecnología:** Para elección más adecuada y la implantación de la elegida. Y para una mejora continua.

3. ANTEDECENTES

Si se desea entender mejor el significado y la función del rediseño en una empresa y que se obtiene de esta, será conveniente aproximarse al tema desde varios ángulos: desde el plano económico, legal, productivo, etc. También será necesario esbozar la concepción que se tiene de diseño de planta (el tema en estudio), porque la comprensión del tema variará si se parte de apreciarlo como un diseño totalmente nuevo de la empresa. Por lo anterior, es apropiado hacer referencia a las siguientes definiciones usadas en la presente investigación.

Otro caso es la empresa SCORE, que tiene “En el módulo de Cooperación se abordan los temas de comunicación, indicadores y se conforma un equipo de mejoramiento empresarial responsable de la ejecución del plan de mejoramiento que se define en el Taller”, explica Paula Betancur, funcionaria de la OIT.

Algunas ventajas del Programa son: la promoción del trabajo digno, el mejoramiento de las condiciones laborales, el fomento del diálogo y los canales de comunicación, el mejoramiento de la productividad de las pymes y el fomento de la competitividad.

Hasta la fecha, el 60% de las 30 empresas que hacen parte de SCORE Colombia, reportan un ahorro de costos, el 55%, una reducción de la tasa de defectos, el 20%, una reducción en el consumo de energía, el 30% reducción en la tasa de rotación de personal y un 30%, reporta disminución de quejas por parte de los trabajadores.²

En la industria manufacturera de tubos y suministros ANDITUBOS aplicó la distribución de planta con el objetivo de distribuir de manera adecuada el acopio de la materia prima con el propósito de evitar que se genere contaminación y la afectación directa a la calidad del producto, a su vez facilitar a los operario la obtención de las gravas y arenas y asignar el espacio para la recepción de materia prima, donde al implementar y desarrollarla obtuvieron y alcanzaron los objetivos planteados, como tener una ubicación más clara y ordenada de la tubería en sus arrumes por referencia, por consiguiente permite tener un inventario organizado y

² SCORE Colombia, primera vez en Latinoamérica, [Consulta: 17 Septiembre de 2011] Disponible en internet:
<http://www.enplanta.com/index.php/noticias/productividad-en-medellin/itemlist/tag/5s.html>

brindar visibilidad, a los cliente y personal de la empresa en el momento de concretar una compra.³

Propuesta de mejoramiento de la capacidad de producción de industrias

-Roller Vita Ave, rediseñando la distribución de planta.

- Estudio para el diseño e implementación de una planta productora de jamones para la empresa de alimentos la Locura Ltda.

- Propuesta de rediseño de planta de Tecnipan S.A con el fin de aumentar la capacidad técnica instalada.

El objetivo de los proyectos consistía en encontrar un diseño que permita responder de forma inmediata a las necesidades del mercado considerando futuras ampliaciones o expansiones de la distribución y sus elementos, así como los requerimientos que la ley exige. Dado que deben diseñarse instalaciones que no solo atiendan las necesidades de hoy, es decir, las condiciones bajo las cuales nace la empresa, sino que por el contrario, se debe asegurar que es posible atender necesidades de crecimiento⁴.

³ RAMIREZ GIRALDO, Lina Marcela, DISTRIBUCION EN PLANTA INDUSTRIA MANUFACTURERA SECTOR INDUSTRIAL, Pereira: Universidad Católica del Risaralda, Programa de diseño industrial. 2007

⁴ ABELLO, Hernán Felipe y MENESES, Fausto Hernán. Propuesta de mejoramiento de la capacidad de producción de industrias Roller Vita Ave, rediseñando la distribución de planta. Proyecto de grado ingeniería industrial. Cali: Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de ingeniería industrial, 1999. p. 98.

4. MARCO TEORICO

La distribución de planta implica la ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, como el equipo de trabajo y el personal de taller.⁵

Aunque pueden existir otros criterios, es evidente que la forma de organización del proceso productivo, resulta determinante para la elección del tipo de distribución en planta.

Suelen identificarse tres formas básicas de distribución en planta; las orientadas al producto y asociadas a configuraciones continuas o repetitivas, las orientadas al proceso y asociadas a configuraciones por lotes, y las distribuciones por posición fija, correspondiente a las configuraciones por proyecto.

Sin embargo, a menudo, las características del proceso hacen conveniente la utilización de distribuciones combinadas, llamadas distribuciones híbridas, siendo la más común aquella que mezcla las características de las distribuciones por producto y por proceso, llamada distribución en planta por células de fabricación.⁶

4.1 TIPOS DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

4.1.1 Distribución en planta por producto. La distribución por producto es la adoptada cuando la producción está organizada siguiendo una ruta de transformación (o montaje) pre establecida, donde el producto se mueve de una manera fluida con un mínimo de interrupciones. (Electrodomésticos, cadenas de lavado de vehículos, ensambladoras de equipos electrónicos, etc.)

Si se considera en exclusiva la secuencia de operaciones, la distribución es relativamente sencilla, pues se trata de colocar cada operación tan cerca como sea posible de su predecesora. Las máquinas se sitúan unas junto a otras a lo largo de una línea en la secuencia en que cada una de ellas ha de ser utilizada; el

⁵ MUTHER, Richard, DISTRIBUCION EN PLANTA, Barcelona (España): Editorial Hispano Europea.

⁶ MARTINEZ, Op. cit.,

producto sobre el que se trabaja recorre la línea de producción de una estación a otra a medida que sufre las operaciones necesarias.

4.1.2. Distribución en Planta por Proceso . En esta distribución se le concede máxima prioridad a la tarea o actividad. No existe un ordenamiento lógico-secuencial de operaciones, y estas se realizan de acuerdo a las exigencias de los procesos existentes.

Se utiliza cuando el producto no es estandarizado ni puede estandarizarse, o cuando el volumen de trabajos semejantes es bajo y en pocas cantidades.

En este tipo de distribución la producción se organiza por lotes (muebles, talleres de reparación de vehículos, sucursales bancarias, etc). El personal y los equipos que realizan una misma función general se agrupan en una misma área, de ahí que estas distribuciones también sean denominadas por funciones.

4.1.3. Distribución en planta por Posición Fija. Este tipo de distribución es apropiada cuando no es posible mover el producto debido a su peso, tamaño, forma, volumen o alguna característica particular que lo impida. Esta situación ocasiona que el material base o principal componente del producto final permanezca inmóvil en una posición determinada, de forma que los elementos que sufren los desplazamientos son el personal, la maquinaria, las herramientas y los diversos materiales que no son necesarios en la elaboración del producto, como lo son los clientes.

Todo lo anterior ocasiona que el resultado de la distribución se limite, en la mayoría de los casos, a la colocación de los diversos materiales y equipos alrededor de la ubicación del proyecto y a la programación de las actividades.

Se utiliza cuando existe gran dificultad de mover el producto o cuando se fabrica un solo tipo de sistema con gran variedad en los requerimientos. También cuando el volumen de producción es bajo pero el volumen en dinero es alto, por ejemplo; turbinas hidroeléctricas, industria aeronáutica, industria naviera, etc.

4.2 FACTORES QUE AFECTAN A LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

4.2.1 Factor maquinaria

- Maquinaria de producción.
- Equipo de proceso o tratamiento.
- Dispositivos especiales.
- Herramientas, moldes, patrones, plantillas montajes.
- Aparatos y galgas de medición y de comprobación.
- Herramientas manuales y eléctricas manejadas por el operario.
- Controles o cuadros de control.
- Maquinaria de repuesto o inactiva.
- Maquinaria para mantenimiento.

➤ Distribución

• **Proceso o método:** Los métodos de producción son el núcleo de la distribución física, ya que determinan el equipo y la maquinaria a usar.

• **Maquinaria y equipo:** Las principales consideraciones en este sentido son el tipo de maquinaria requerida y el número de máquinas de cada clase.

Los aspectos a tener en cuenta en la selección de la maquinaria y equipo en función de la operación, son los siguientes:

- Volumen o capacidad
- Calidad de la producción
- Costo inicial (instalado)
- Costo de mantenimiento o de servicio
- Costo de operación
- Espacio requerido
- Garantía, Disponibilidad

- Cantidad y clase de operarios requeridos
- Riesgo para hombres, material y otros elementos
- Facilidad de reemplazo
- Incomodidades inherentes (ruidos, olores...)
- Restricciones legislativas
- Enlace con maquinaria y equipo ya existente
- Necesidad de servicios auxiliares

➤ **Requerimientos relativos a la maquinaria**

- Espacios, forma y altura.
- Peso.
- Requerimientos del proceso (las operaciones de fundición necesitan ventilación a causa del polvo y gases, y por la necesidad de disipar el calor. Los procesos químicos producen vapores y así mismo requieren especiales precauciones de protección, los procesos de pintado, tratamientos térmicos, cromados).

4.2.2 Factor hombre

➤ **Condiciones de trabajo y seguridad**

- La distribución debe ser confortable para los operarios (influyen la luz, ventilación, calor, ruido, vibración, seguridad, la ergonomía).
- Se debe considerar en la planeación de la distribución los problemas que puedan ocasionar trabajos irregulares. (turnos diferentes).
- Consideraciones psicológicas o personales (a los operarios les gusta contar con espacios suficientes a su alrededor, evitar el hacinamiento).
- Cumplimiento de todos los códigos y regulaciones de seguridad.

No se puede dar nunca por hecho que los operarios incluidos en una distribución se adaptarán a ella sin dificultad.

Quizás de los aspectos más importantes de una distribución es que las personas tengan la sensación de que son parte de la misma.

La participación en el proyecto de una distribución, aunque sea en detalles pequeños, hará que ésta sea aceptada con mucha más rapidez. El éxito de la distribución depende tanto de la eficiencia con que se haga como del grado de aceptación.

4.2.3 Factor material

- Materias primas
- Material en proceso
- Productos terminados: Material saliente o embalado
- Insumos: Materiales accesorios empleados en el proceso
- Piezas rechazadas, a recuperar y/o a repetir
- Material de recuperación: Chatarras, virutas, desperdicios, desechos.
- Materiales para mantenimiento o a prestación de otros servicios.

➤ El proyecto y especificaciones del producto

- Los diseños de las piezas y productos son apropiados a los efectos de fabricación.
- Procesos y márgenes de variación (especificaciones) actualizados.

➤ Características físico – químicas. Las consideraciones de este factor son:

- Tamaño, Forma y volumen, Peso, Características especiales, Calor, frío, cambios de temperatura, luz solar, polvo, suciedad, humedad, transpiración, atmósfera, vapores y humos, vibraciones, sacudidas o choques.

➤ **Cantidad y variedad de productos o materiales**

- Número de artículos distintos.
- Tipo de distribución.
- Cantidad de producción de cada artículo.
- Capacidad de planta.
- Variaciones en la cantidad de producción.
- Tipo de distribución y capacidad de planta.

4.2.4 Factor movimiento

- El movimiento de los tres elementos básicos de la producción Material, Maquinaria y Hombre es esencial.
- El mal manejo del material es responsable de la gran mayoría de los accidentes industriales, de gran parte de los costos de mano de obra indirecta y de un gran porcentaje de daños en el producto, así como de muchos otros inconvenientes.

Para la mayoría de las industrias la forma como el material es trasladado – manejado o transportado- tiene una gran influencia sobre la distribución en planta.

El punto que a veces se pasa por alto es que el manejo no es una finalidad en si misma.

El manejo de material permite

- Mejor utilización de hombres y equipos

- Dividir o fraccionar las operaciones
- Que los trabajadores se especialicen
- Se puede ejercer un control óptimo sobre calidad y cantidad.

➤ **Consideraciones sobre este factor. Patrón o modelo de circulación**

- Es fundamental establecer un patrón o modelo de circulación a través de los procesos que sigue el material
- Planificar el movimiento de entrada y salida de cada operación en la misma secuencia en que se elabora, trata o monta el material.
- Reducción del manejo innecesario
- Manejo combinado
- Espacio para el movimiento
- Análisis de los métodos de manejo
- Equipo de manejo

➤ **Entrada de material**

- Cualquiera que sea el medio de recepción (camión, barco, aeroplano, correo, ferrocarril, oleoducto, etc.), debe tener un acceso conveniente a la planta.
- La entrada del material constituye un punto clave en cualquier distribución en planta.

➤ **Salida de material**

- El lugar de expedición, embarque o salida del material o producto, constituye otro punto clave. Allí es donde termina el flujo de material en lo que se refiere a la distribución en planta.

➤ **Materiales de servicio o auxiliares**

– El movimiento de elementos adicionales tales como aceite, grasa, etiquetas, embalaje, etc., a las áreas de producción, forma parte de la mayoría de operaciones industriales.

– Así mismo los desperdicios chatarra, recortes y sobrantes, deben ser retirados.

Todo transporte de material o manejo del mismo, deberá, siempre que sea factible, mover el material:

- Hacia su terminación
- Sobre el mismo elemento
- Suave y rápidamente
- Según la distancia más corta
- Fácilmente
- Con seguridad
- Convenientemente
- Económicamente
- En coordinación con la producción
- En coordinación con otras manipulaciones

4.2.5 Factor espera

- El material puede esperar en un área determinada, dispuesta aparte y destinada a conectar los materiales en espera, esto se llama almacenamiento.
- También puede esperar en la misma área de producción, aguardando ser trasladado a la operación siguiente, a esto se le llama demora.
- Cualquier distribución que comprenda material en espera debe justificar la ociosidad del mismo, por la protección que ofrece y por la función de regulación que ejerce sobre las operaciones desequilibradas
- La materia prima en espera permite: Aprovechamientos de las condiciones del mercado, de las compras en cantidad, etc.
- La existencia en productos acabados permite: Atender a mayor cantidad de pedido, Mejor y más regular servicio a los clientes.

➤ Algunos costos relacionados

- Costo del manejo efectuado hacia el punto de espera
- Costo del manejo en el área de espera
- Costo de los registros necesarios para no perder la pista del material
- Costo de espacio y gastos generales
- Interés del dinero representado por el material ocioso
- Costo de protección del material en espera
- Costo de los equipos involucrados

Se pueden considerar como elementos del factor espera los siguientes:

- Área de recepción del material entrante
- Almacenaje de materia prima

- Almacenes dentro del proceso
- Demora entre operaciones
- Área de almacenaje de productos acabados
- Áreas de almacenajes de suministro, mercancías devueltas
- Área de almacenaje de herramientas y utillajes
- Recipientes vacíos, equipo de manejo: Contenedores sencillos, contenedores plegables, tanques, recipientes, barriles, soportes, estanterías, compartimientos, redes y armazones, transportadores.

4.2.6 Factor servicio

- Los servicios de una planta son las actividades, elementos y personal que sirven y auxilian a la producción, los servicios mantienen y conservan en actividad a los trabajadores, materiales y maquinaria.
- Los elementos de producción se suelen planear siempre con mucho más cuidado que los servicios.
- Los servicios comprenden:
 - Servicios relativos al personal
 - Servicios relativos al material
 - Servicios relativos a la maquinaria
- **Servicios relativos al personal** Lavabos, Baños, Vestuarios, Duchas, Lugar de parqueaderos de vehículos, Áreas de fumadores, Sala de descanso y de espera, Tableros de avisos Iluminación, Equipo primeros auxilios, Fuentes de

agua potable, Teléfonos, Cafetería, comedores, Oficina de personal, Biblioteca, gimnasio, Cajero electrónico, etc.

➤ **Servicios relativos a la maquinaria**

- **Mantenimiento:** Existen muchas máquinas que resultan demasiado costosas de trasladar. Por lo tanto el distribuidor deberá prever accesos para las operaciones de mantenimiento y reparación a pie de máquinas.
- Agua, Electricidad, Vapor, Aire comprimido o vacío, Aceites, Gas, Combustibles, Alcantarillado y evacuación de desperdicio.

4.2.7 Factor cambio

- Se puede estar seguro de que las condiciones de trabajo cambiarán y que estos cambios afectarán a la distribución en mayor o menor grado.
- Planear la distribución con la suficiente flexibilidad, para operar dentro de la gama de posibilidades prácticas.
- Los cambios se pueden deber a la demanda del producto, mercados estancados, pérdida de un cliente de importancia, adición temporal de un contrato de importancia.
- **Consideraciones del factor cambio**
 - Cambio en los materiales
 - Cambio en la maquinaria
 - Cambio en el personal
 - Cambio en actividades auxiliares
 - Cambios externos y limitaciones de la instalación

➤ **Flexibilidad de la distribución**

- Maquinaria y equipo desplazable (este es básicamente el principal elemento en la flexibilidad de una distribución).
- Equipo autónomo (máquina con su propio motor, sistema hidráulico, circuito de refrigeración, colector de polvo, luz suplementaria, etc.)
- Líneas de servicio fácilmente accesibles (tomas que ofrezcan la posibilidad de conexión y desconexión rápida.
- Equipo normalizado (dimensiones, peso, características, capacidades y necesidades conocidas para cada modelo)
- Técnicas de movimiento bien concebidas y previamente planeadas
- Construcción del edificio
- Espacio para futuras expansión

Además de poder adaptarse a las reordenaciones con facilidad, una buena distribución debe poder adaptarse a las emergencias y variaciones de la operación normal sin tener que ser reordenada.

Adaptabilidad a través de: Proporcionar equipo supletorio, establecer rutas de flujo sustitutivas, establecer almacenamientos de existencia o inventario de producto en otro lugar, trabajo en turnos extras, etc.

4.2.8 Factor edificio. Algunas industrias pueden operar en casi cualquier edificio industrial que tenga el número usual de paredes, techos, pisos y líneas de utilización. Unas pocas funcionan realmente sin ningún edificio. Otras, en cambio, requieren estructuras industriales expresamente diseñadas para albergar sus operaciones específicas.

El edificio influirá en la distribución, sobre todo si ya existe. El edificio crea una cierta rigidez en la distribución.

Edificio especial o de uso general: Los edificios especiales son generalmente más costosos. Se deben usar solo cuando sea necesario. Los edificios de uso general, tiene costos menos elevados a causa de los diseños estándar.

Edificio de un solo piso o de varios: Su forma, ventanas, suelos, cubiertas y techos, paredes y columnas.⁷

4.2.9 Estudio de tiempo

La importancia del estudio de tiempos radica en la productividad de la empresa, pues a través de este se fijan estándares de tiempo los cuales permiten un mayor control sobre el funcionamiento del sistema productivo, en términos de la maquinaria, paradas, métodos de trabajo y programación de los procesos,

- **Tiempo estándar** Es “El tiempo requerido para elaborar un producto en una estación de trabajo con las tres condiciones siguientes: (1) Un operador calificado y bien capacitado, (2) que trabaje a una velocidad o ritmo normal y (3) hace una tarea específica”⁸. La primera condición se cumple cuando el operario tiene experiencia en lo que hace. La segunda condición, hace referencia a un ritmo conveniente o cómodo para las personas involucradas. La tercera condición viene de la mano con una descripción detallada de lo que se va a llevar a cabo.

- **Técnica para los estudios de tiempos** Para las empresas es de suma importancia definir la técnica que más se ajusta para analizar las actividades que llevan a cabo. Existen muchas formas para medir los tiempos reloj, calificaciones y suplementos de trabajo. Aunque para este caso, la técnica que más se ajusta a las necesidades del presente proyecto es el estudio de tiempos con cronometro. El

⁷ MARTINEZ, Op. cit.,

⁸ MEYERS, Fred E. Estudios de tiempos y movimientos. Pearson Educación, México, 2000. P.19.

procedimiento planteado por Meyers⁹ para llevar a cabo un estudio de tiempos se define en los siguientes pasos:

- **La selección del trabajo que se va a estudiar** En esta etapa también se consideran las personas que van a ser objeto de análisis dentro del estudio de tiempos, descartando las personas con ritmos de trabajo lento, rápido y con actitudes negativas que pueden alterar los resultados durante el estudio. También se considera la antigüedad que tenga las personas en el puesto de trabajo, pues deben llevar el tiempo suficiente para ser considerados como capacitadas y calificadas, donde según Meyers, "El empleado debe tener en el puesto por lo menos dos semanas"¹⁰.
- **Recolección de información del trabajo** La información debe reunir aspectos como la descripción de la operación, especificación de materiales, herramientas, velocidades del equipo y estado de la estación de trabajo
- **Realización del estudio de tiempos** Se pueden realizar estudios con cronómetro de restablecimientos rápido o continuo, siendo este último más común en los estudios de tiempo.
- **Extensión del estudio de tiempos** Es posible que el número de ciclos cronometrados en la muestra no sea suficiente para obtener un estudio confiable. Para saber cuántos ciclos deben cronometrarse, antes se debe determinar el tiempo normal, el cual se obtiene al multiplicar el tiempo promedio por una calificación porcentual, que hace referencia a la velocidad con que trabaja el operario. El tiempo promedio se obtiene al dividir el tiempo total sobre el número de ciclos.

4.3 ESTUDIO DE METODOS Y TIEMPO

Estudio de Tiempos, es conveniente partir definiendo que es la Medición del Trabajo: "La Medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el

⁹ Ibid., p.147.

¹⁰ Ibid., p. 148.

tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida".¹¹

El ciclo de tiempo del trabajo puede aumentar a causa de un mal diseño del producto, un mal funcionamiento del proceso o por tiempo improductivo imputable a la dirección o a los trabajadores. El estudio de métodos es la técnica por excelencia para minimizar la cantidad de trabajo, eliminar los movimientos innecesarios y substituir métodos. La medición del trabajo a su vez, sirve para investigar, minimizar y eliminar el tiempo improductivo, es decir, el tiempo durante el cual no se genera valor agregado.

Una función adicional de la medición del trabajo es la fijación de tiempos estándar (tiempos tipo) de ejecución, por ende es una herramienta complementaria en la misma ingeniería de Métodos, sobre todo en las fases de definición e implantación. Además de ser una herramienta invaluable del costeo de las operaciones.

Así como en el estudio de métodos, en la medición del trabajo es necesario tener en cuenta una serie de consideraciones humanas que nos permitan realizar el estudio de la mejor manera, dado que lamentablemente la medición del trabajo , particularmente el estudio de tiempos, adquirieron mala fama hace años, más aún en los círculos sindicales, dado que estas técnicas al principio se aplicaron con el objetivo de reducir el tiempo improductivo imputable al trabajador, y casi que pasando por alto cualquier falencia imputable a la dirección.

En el devenir de un Ingeniero Industrial muchas serán las ocasiones en las que requerirá de alguna técnica de medición del trabajo. En el proceso de fijación del los tiempos estándar quizá sea necesario emplear la medición para:

- Comparar la eficacia de varios métodos, los cuales en igualdad de condiciones el que requiera de menor tiempo de ejecución será el óptimo.
- Repartir el trabajo dentro de los equipos, con ayuda de diagramas de actividades múltiples. Con el objetivo de efectuar un balance de los procesos.

¹¹LÓPEZ, Bryan Salazar. Estudio de tiempos. [Consulta: 12 diciembre 2014] Disponible en internet: < <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/> >

- Determinar el número de máquinas que puede atender un operario.

Una vez el tiempo estándar (tipo) se ha determinado, este puede utilizarse para:

- Obtener la información de base para el programa de producción.
- Obtener información en que basar cotizaciones, precios de venta y plazos de entrega.
- Fijar normas sobre el uso de la maquinaria y la mano de obra.
- Obtener información que permita controlar los costos de la mano de obra (incluso establecer planes de incentivos) y mantener costos estándar.

Las etapas necesarias para efectuar sistemáticamente la medición del trabajo son:

-Seleccionar: El trabajo que va a ser objeto de estudio.

-Registrar: Todos los datos relativos a las circunstancias en que se realiza el trabajo, a los métodos y a los elementos de actividad que suponen.

-Examinar: Los datos registrados y el detalle de los elementos con sentido crítico para verificar si se utilizan los métodos y movimientos más eficaces, y separar los elementos improductivos o extraños de los productivos.

-Medir: La cantidad de trabajo de cada elemento, expresándola en tiempo, mediante la técnica más apropiada de medición del trabajo.

-Compilar: El tiempo estándar de la operación previendo, en caso de estudio de tiempos con cronómetro, suplementos para breves descansos, necesidades personales, etc.

-Definir: Con precisión la serie de actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado y notificar que ese será el tiempo estándar para las actividades y métodos especificados.

Estas etapas deberán seguirse en su totalidad cuando el objetivo de la medición sea fijar tiempos estándar.

Cuando mencionábamos que el término Medición del Trabajo no era equivalente al término Estudio de Tiempos, nos referíamos a que el Estudio de Tiempos es tan solo una de las técnicas contenidas en el conjunto "Medición". Las principales técnicas que se emplean en la medición del trabajo son:

- Muestreo del Trabajo.
- Estimación Estructurada.
- Estudio de Tiempos.
- Normas de Tiempo Predeterminadas.
- Datos Tipo.

Es innegable que dentro de las técnicas que se emplean en la medición del trabajo la más importante es el **Estudio de Tiempos**, o por lo menos es la que más nos permite confrontar la realidad de los sistemas productivos sujetos a medición.

"El Estudio de Tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida".¹²

¹² *Ibíd.*, p. 29.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer el rediseño de planta para la producción de productos plásticos que permita aumentar la eficiencia y la flexibilidad de sus procesos.

5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar las restricciones del diseño de planta actual que limitan la velocidad de las líneas de producción de productos plásticos y afectan la flexibilidad del proceso.
- Definir las formas y opciones para aumentar la disponibilidad de las líneas de producción a través del mejor uso de los medios de producción y aprovechamiento de los tiempos estándares por áreas y procesos.
- Sugerir y evaluar las opciones de diseño de planta para el logro de los objetivos de eficiencia y flexibilidad propuestos.

6. DESARROLLO DEL PROYECTO

Se realizará un rediseño de planta en la **Industria Super Cali S.A.S**; a través de un estudio experimental desarrollado en el entorno de procesos de producción, operarios, máquinas y planta física. La metodología se estará enfocada en la interacción y el uso de varias fuentes de información, así como la aplicación de métodos y técnicas, que permitirán elaborar un diagnóstico inicial y por consiguiente un registro y análisis de la información por medio de diversos indicadores, con el fin de realizar una redistribución óptima de las máquinas, personas y materiales en el área de producción. Para rediseñar los espacios de trabajo, se desarrollará un trabajo que exigirá el cumplimiento de cada una de estas etapas:

6.1 ETAPAS DEL PROYECTO

Se realizó un análisis del proceso de producción, donde se empezó por entender los procesos productivos de manera textual y por medio de diagrama de flujo y de procesos (ver ilustración 1,2,3), donde nos muestra la ilustración 1 como es el proceso de inyección para todos los productos, donde se inicia por la recepción de la materia prima a esta se verifica si es la adecuada y acorde al pedido que se solicito, donde se ensaya si es posible para determinar que no tiene ninguna complicación o variación, estas materias primas también las puede suministrar directamente nuestro cliente al cual se le va prestar el servicio de maquila, si esta materia prima es la adecuada pasa a almacenaje si no se devuelve, por consiguiente se pasa a la preparación donde se determina si este material requiere ya sea de pigmento o máster para obtener la tonalidad requerida por el cliente, si se necesita de estos se procede a realizar la mezcla con la cantidad necesaria de estos, luego este material previamente listo, se vierte en la tolva, donde se determina si este requiere de proceso de precalentamiento, este proceso se hace ya sea para policarbonato, pvc, nylon, abs, etc. debido a que son material muy duros y tienen un punto de fusión alto el cual no se obtiene en el proceso de plastificación que es cuando entra en el tornillo sin fin alimentado de resistencia, y este mismo transporta el material y a su vez lo transforma de solido a liquido para tener fluidez y lograr la forma indicada que tiene el molde.

Por ultimo pasa este producto terminado a almacenaje donde se separa los conformes de los no conformes, donde los no conformes pasan al proceso de molido, cuando se tiene el material molido este pasa almacenaje de materia prima y por consiguiente a de inyección, lo cual indica que se genera un mínimo de desperdicio donde es las tortas que se genera de la purgada de las maquinas.

Ese proceso se le realiza a todos los productos ya sean propios o de clientes, lo único que varia es el numero de operario por maquina, ya que para algunos productos se requiere de más operarios que de otros.

6.2 ENCUESTA

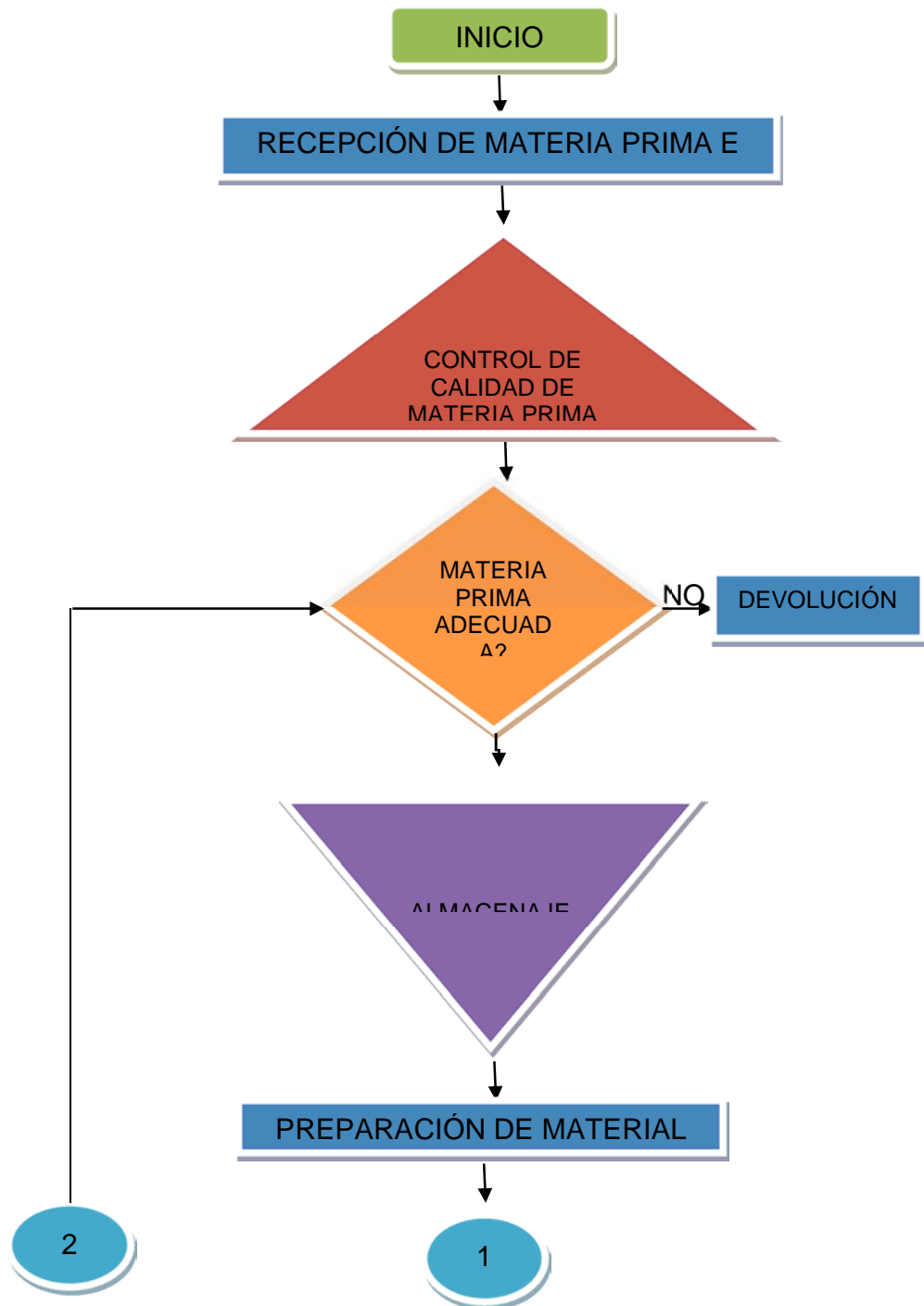
Se realizó una encuesta a todo el personal, para identificar y conocer las debilidades y problemas de que presenta la planta en su diseño actual. Luego se recopila la información, se identifican y clasifica las debilidades y los problemas que tiene la empresa.

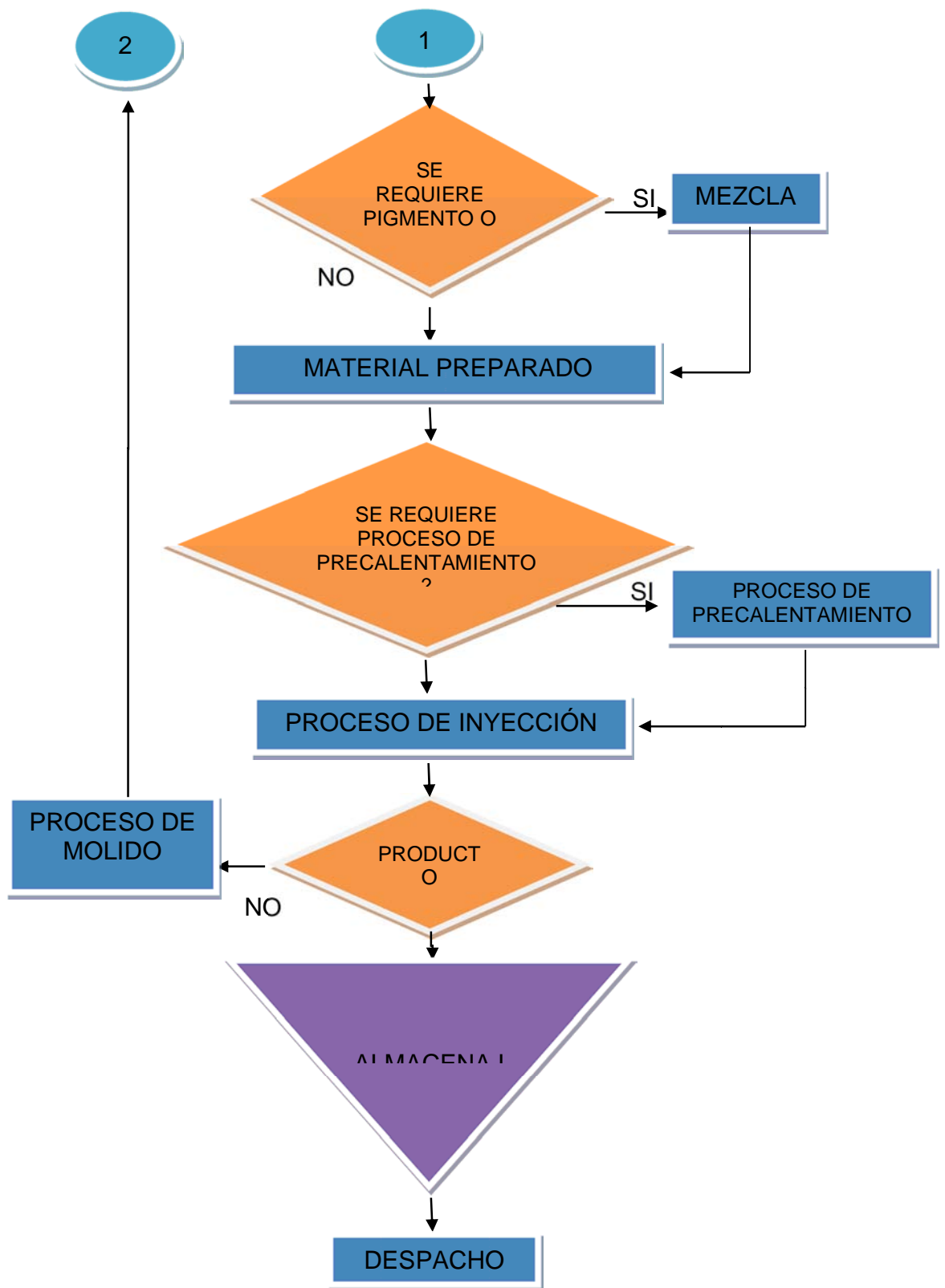
Tabla 1. Encuesta a colaboradores

	SI	NO	PORQUE?
¿SE ESTÁ APROVECHADO EL ESPACIO EN LA EMPRESA AL MÁXIMO, DE MANERA EFICIENTE Y RACIONAL?	1	15	No hay ubicación para cada elementos o material
			Falta de orden
			falta de encargado que se ocupe del orden
			no hay colaboración del personal
			muchos material regados
			Falta ubicación de los elementos o materiales
			No hay señalización
¿SE LE FACILITA DESPLAZAMIENTO, IDENTIFICACION Y SELECCIÓN DE MATERIA PRIMA?	4	12	hay cosas innecesarias
			Desgaste físico y mental
			falta organización de materia prima
			Desplazamiento muy largo
			no documentación en los materiales
			falta de herramientas
			Confusiones de materia prima

Esta encuesta nos muestra que la empresa presentaba problemas de diseño, ya que 15 colaboradores afirman que no se está aprovechando el espacio en la empresa al máximo debido a falta de orden, señalización, ubicación, etc. Además no se le facilita el desplazamiento, identificación y selección de materia prima debido que no están previamente marcado y conlleva a confusiones, el desplazamiento es muy largo y genera desgaste físico y mental.

Figura 1 Diagrama de flujo de producción

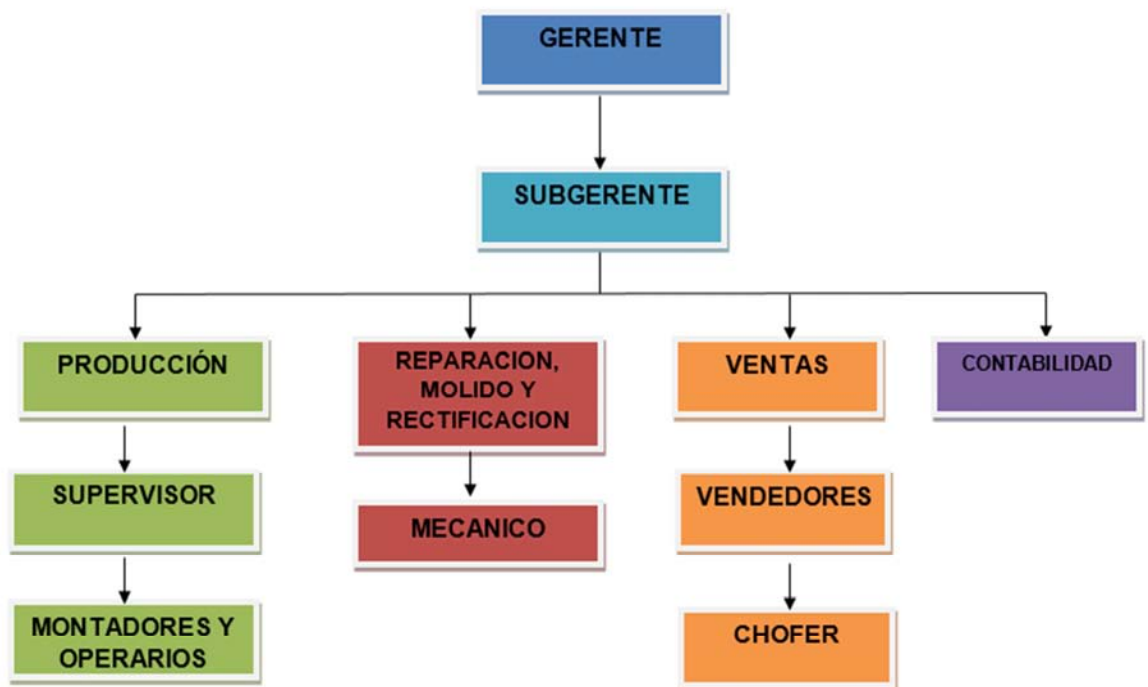




El anterior diagrama muestra como es el proceso de inyección de un producto en la empresa, este se le hace para todos productos sean propios o de un cliente. Donde permite apreciar que se inicia por la recepción del material y todo lo que se lleva a cabo para la transformación de este material para adquirir su apariencia y forma requerida hasta la etapa final de despacho.

La siguiente ilustración nos muestra el personal con el que cuenta la empresa, el cual es de 24 personas, donde de estos 16 son operarios, a los cuales se le asignan uno de los 3 turnos de 8 horas que hay por semana, estos turnos son de 6:00 am a 2:00 pm, 2:00 pm a 10:00 pm y 10:00 pm a 6:00 am. Estos turnos los determinan el gerente y subgerente para cada semana, estos varían por semana, para así generar un ambiente laboral estable y una igualdad. Pero el mecánico, supervisor, chofer y vendedores siempre tienen el mismo horario, los domingos y festivos se trabaja dependiendo de la demanda, es decir si hay muchas órdenes de compra de cliente se trabaja.

Figura 2. Áreas funcionales- organigrama



6.3 DIRECCIÓN DE OPERACIONES

Figura 3. Proceso de inyección



Esta figura nos muestra la entrada de materia prima e insumos los requieren de maquinaria, operarios, información y herramientas para realizar su mezclado e inyección y así lograr su transformación y tener como salida el producto conforme satisfaciendo las necesidades y requerimientos de los clientes.

Tabla 2. Ficha técnica maquinas.

-MAQUINA 1	-MAQUINA 2	-MAQUINA 3	-MAQUINA 4	-MAQUINA 5
<p>Modelo: HXF 268 J5 Serial: 026800723 Fecha: 2010-4 Volumen de inyección: 707 cm3 Potencia bruta: 27 KW/220 V Ciclos: 60 HZ Capacidad: 380 gr</p>	<p>Modelo: HXW 65 Poder: 13.83 KW Fuente: 220 V 60 HZ Serial: 20091391 Fecha: 2009-12 Capacidad: 120 gr</p>	<p>Modelo: HXW 366-V Poder: 49.93 KW Peso de la maquina: 12 toneladas Fuerza: 3660 kw Diámetro tornillo: 75mm Volumen de inyección: 1325 cm3 Serial: 2009726 Fecha: 2009-7 Tamaño maquina: 7,21 X 1,62 X 2,24 m Capacidad: 1000gr</p>	<p>Polytec PT 1500 Servomotor Capacidad: 220gr</p>	<p>Modelo: NPC 200/JD Fuerza de sujeción: 2000 KN Motor: 18,5KW Poder: 380 V/ 50 HZ Peso de la maquina: 6,3 Toneladas Fecha: 2011-11 Serial: 002000110904 Tamaño maquina: 5,68 X 1,5 X 2,14 m Capacidad: 300gr</p>
- RECTIFICADORA	-MOLINO	- COMPRESOR	-CHILLER	TALADRO
<p>Modelo: 5GA40100AHD Largo: 1020 mm Ancho: 406mm Serial: 12011 Fecha: 2012-3</p>	<p>Tipo Y 160 L-4 Corriente: 30,1 A Velocidad: 1750 r/min. Eficiencia: 89,4% Peso: 130 Kg. Frecuencia: 60 Hz. Fecha: 2009-9. Voltaje: 220 V.</p>	<p>Tipo: Y13AM-4 Poder: 7,5 kw. Voltaje: 220 V. Frecuencia: 60 Hz. Corriente: 25 A. Peso: 81 kg Fecha: 2007-11 Velocidad: 1730 r/min</p>	<p>Saint SLJ-20</p>	<p>KTC USA 16 velocidades Modelo: ktc18fc Capacidad: 5/8-16mm Fecha:2003</p>

La tabla anterior nos muestra las maquinas con las que cuenta la empresa, donde estas varían sus especificaciones debido a que tienen mayor capacidad una que otra, por tanto así es su tamaño entre mayor capacidad de inyección mayor su tamaño, en este caso la maquina 3 es la máquina de mayor capacidad de inyección la cual es de 1000gr en esta se inyectan producto de gran tamaño como butacos, balde de basura, etc. estas máquinas cuentan con un servomotor excepto la maquina 3 que es la más antigua, este servomotor sirve para reducir el consumo de energía y mejor desempeño de estas. Estas máquinas están ubicadas estratégicamente debido a su tamaño, es decir la numeración que tienen estas no indica su tamaño.

La rectificadora se encarga de darle un acabado o superficie totalmente pareja a una placa o pieza de un molde ya sea de la empresa o como de un cliente, el chiller se encarga de enfriar el agua que entra a los moldes y máquinas, que consiste en la entrada agua fría a los moldes o máquinas y salida de agua caliente hacia el chiller y este se encarga de enfriarlo de nuevo, este es fundamental ya que ayuda a que los moldes no se sobrecalienten y generen que los productos salgan deformes y a su vez a que la maquina tenga una temperatura estable, el compresor suministra el aire necesario para la expulsión de los moldes, como para funcionamiento de las máquinas, el molino se utiliza para triturar los productos no conformes y generar materia prima para ser reutilizada en el proceso de inyección y el taladro se utiliza para hacer aperturas a productos.

6.4 Estudio de métodos

6.4.1 Método actual

➤ **Descripción de tapa IR1 OG INT.** Para el estudio y análisis de tiempo se le realizó al producto denominado tapa IR1 OG INT que se puede apreciar en la imagen 1, debido a que este producto presentaba mayor número de operarios (3) y requiere de más procesos (3) en comparación con el balde que solo tiene un operario y un proceso, y a partir del estudio permitiría determinar el número de operarios que son necesarios y sus procesos como a su vez reducir costos y tiempo.

Este producto es la tapa superior y servir como soporte a los contadores, es decir, son las que impiden que los cables que se encuentran en él se salgan de su sitio, se mojen o cualquier otra cosa. Son hechas en policarbonato ya que es un material de alta resistencia y permite ver el interior de los contadores con facilidad ya que es transparente.

El proceso para fabricar la tapa es el siguiente: comienza con el ingreso y recibimiento de la materia prima que es policarbonato (PC) HOPELEX 1150U¹³ el cual no lo suministra nuestro cliente el cual es INRESA (Ingeniería y representaciones s.a) la cual es una empresa especializada en la importación y distribución de productos de seguridad de industrial, productos eléctricos y sistemas de anclajes y fijación estructurales, a la cual le brindamos el servicio de maquila. Este material llega en bultos por 25 Kg, dependiendo de la orden de compra que deseen sacar así mismo es la cantidad de material que ingresa, este material es previamente identificado y verificado con su respectiva factura pasa al área de almacenaje, el cual va sobre estibas como se puede apreciar en la imagen 2, estos se estiban de 5 bultos por tendido hasta tope máximo de 12 tendidos que equivalen a 60 bultos a un peso de 1500 Kg (ver imagen 3), para así tener un fácil conteo, identificación, acceso y amarre de estos para mayor seguridad.

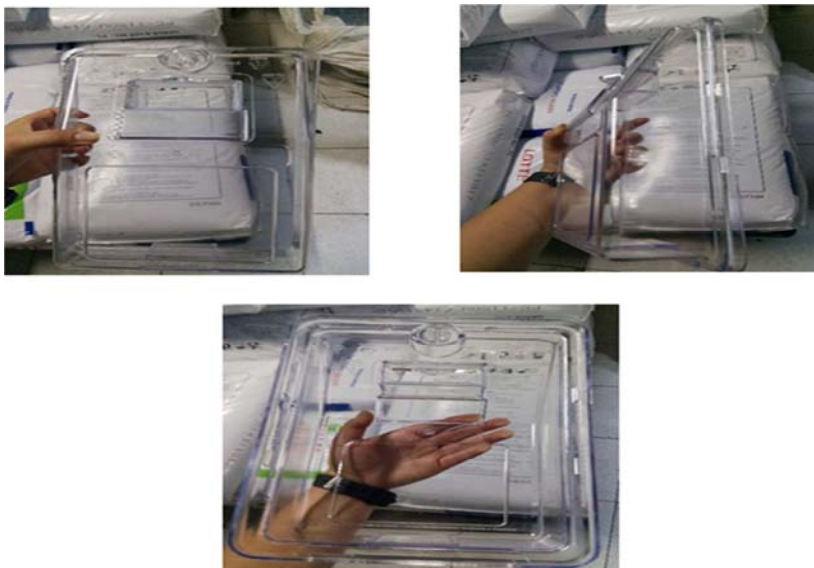
Para comenzar con la inyección de este producto un operario trae del sitio de almacenaje de materia prima que se encuentra al lado de la maquina 1 (figura 8), al área de producción se deposita el contenido de los costales en un balde, el cual se encuentra conectado por medio de una manguera a una tolva de la maquina inyectora, la cual se ha tenido sometida a un proceso de precalentamiento durante 3 horas, se requiere de este proceso de precalentamiento debido a que el material tiene un punto de fusión de 250 °C y si entra en su estado natural al

¹³ Polímero especial de resistencia alta a la tensión; Rigidez alta; Viscosidad baja.

tornillo no podría entrar al proceso de plastificación, por eso se precalienta por este tiempo a una temperatura de 120 °C, la manguera procede a succionarlo esta manguera está conectada a un panel que temporiza a 14 segundos casa succión esto con el fin de mantener la tolva siempre con material y evitar que se tapone, una vez alimentada la tolva el material calentado baja y pasa por un inyector que está conformado por un tornillo sin fin esto es para ir plastificando el material mientras se inyecta en el molde una vez se inyecta el molde con el material plástico un operario procede a sacar la pieza que en este caso es una tapa para contadores, al sacar la tapa enseguida se pone sobre una mesa que se encuentra cerca a la maquina, donde otro operario tiene la labor de retirar toda la rebaba, enseguida la pieza se pasa a enfriar esto se hace poniéndola en un costal, luego de que la pieza este fría se pasa a taladrar la pieza, y por ultimo un operario se encarga de empacar las tapas en bolsas de a dos tapas y luego se ponen en cajas de 12 bolsas es decir 24 tapas por caja, después se procede a sellar la caja para ser llevadas al área de producto terminado.

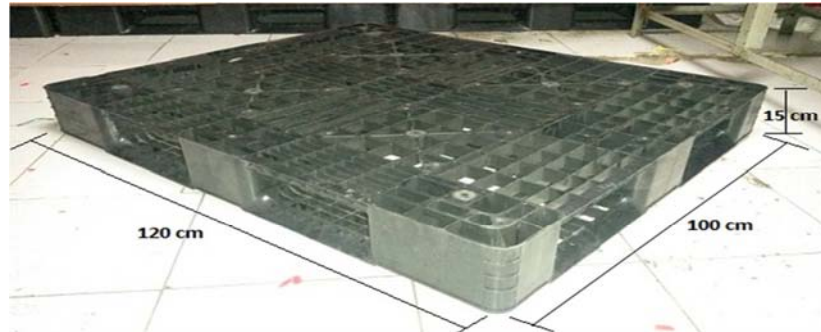
Esquema o dibujo del proceso. A continuación se muestra la tapa IR1 OG INT desde una vista superior (superior izquierda), vista lateral (superior derecha) y una vista interior de esta, la cual es totalmente transparente.

Figura 4. Tapa para contadores IR1 OG INT



Encima de esta estiba negra se almacena el material para la tapa IR1 OG INT. Está hecha de plástico de color negro.

Figura 5. Estiba negra.



De la siguiente manera es que se estiba y almacena el material, por consiguiente permite que este no se caigan y un fácil conteo.

Figura 6. Tendido de 5 bultos (izq.) y 6 tendidos sobre estiba.



Este Plano realizado en software¹⁴ a escala de la maquina 1, en la cual se lleva a cabo el proceso de inyección de la tapa IR1 OG INT.

¹⁴ CAD de diseño solidworks

Figura 7. Dibujo de la maquina 1 inyectora

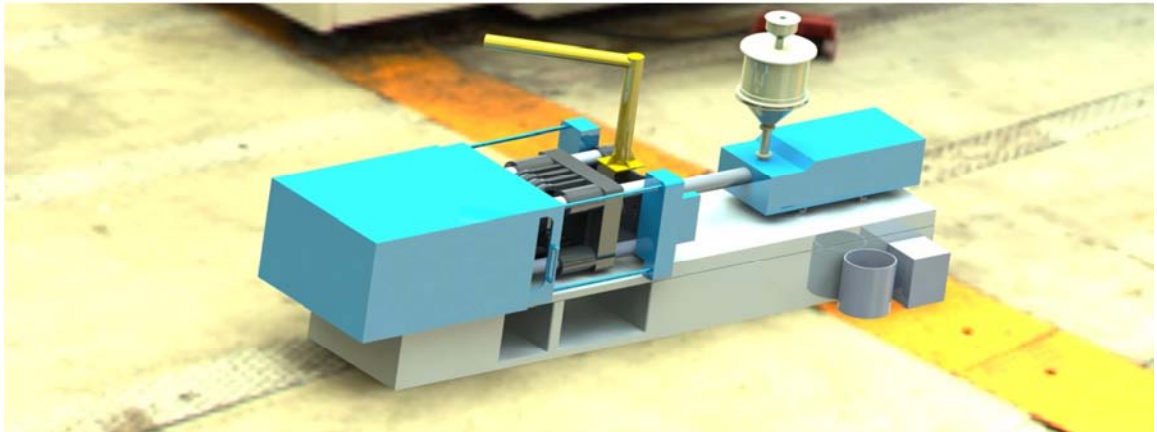


Tabla 3. Ficha técnica de la tapa IR1 OG INT.

Tapa IR	
Material:	Policarbonato (PC) Hopelex
Master:	No
Color:	Transparente
Temperatura:	270-294-294-293-280 °C
Presión:	107-110-110-110 BAR
Velocidad:	95-95-95-95 %
Posición:	10-50-100 mm
Tiempo de Inyección:	6,5 segundos
Tiempo de Enfriamiento:	18 segundos
Ciclo:	37 segundos
Peso	410 gramos

Este cuadro permite apreciar los parámetros correspondientes que se le asignan a la máquina para la inyección de este producto. Donde también se obtiene el tiempo ciclo el cual nos indica el tiempo que se demora la pieza en salir y este nos permite determinar los índices de productividad.

➤ **Índices de productividad**

- tapa ir1 og int
- material: policarbonato original (hopelex)

- peso por bulto: 25 kg
- master: no
- peso: 410 gr
- unidades por inyección: 1
- ciclo del proceso: 37 segundos

En términos de unidades:

$$\frac{1 \text{ BULTO } 25 \text{ Kg}}{1 \text{ unidad } 0,410 \text{ Kg}} = 60,9 \text{ unidades por bulto}$$

En términos de tiempo:

$$\frac{3600 \text{ segundos}}{1 \text{ unidad } 37 \text{ segundos}} = 97,2 \text{ unidades por hora}$$

El desperdicio es del 0,02% de la producción total requerida, es decir este desperdicio puede ser debido a:

- En el momento del arranque se desperdicia material debido a que se tiene que purgar la máquina.
- Al momento de cambio de color.
- Taponamiento de boquilla de inyección.
- Bajón o suspensión de energía.
- Material frio.

Por consiguiente el desperdicio de un bulto de 25 Kg es de 0,5 Kg. Este índice es de acuerdo a la orden que nos envié nuestro cliente, es decir, la producción no siempre es igual, varía dependiendo de la orden que envíe el cliente.

Después de conocer el proceso se comienza a registrar la información y se empezó con tomar las medidas de la planta y con esto hacer los planos de la empresa.

➤ **Croquis del lugar de trabajo, Plano de la organización actual**

durante este examen se encontró, tres aspectos que generan más impacto dentro del proceso productivo estos 3 aspectos son:

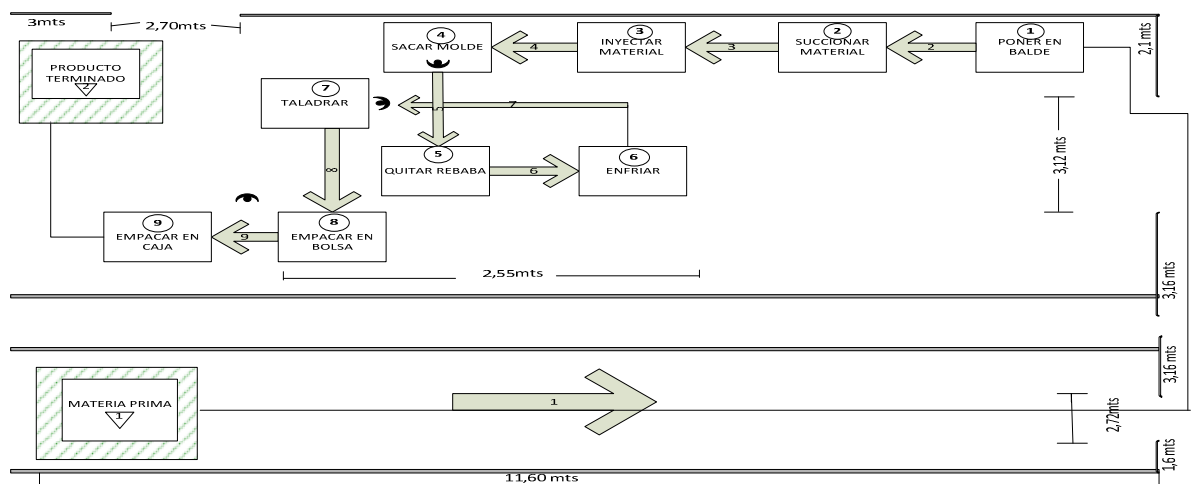
Este proceso existen tres puestos de trabajo el primero un operario que sacaba la pieza de la maquina cuando esta era inyectada. El segundo consistía en quitar la rebaba de la pieza y después taladrar, y el tercer puesto consistía en que el operario empacaba la pieza y la lleva a la zona de producto terminado.

Evaluando se logro definir que se podía unificar dos puesto de trabajo, esto consistió en que el operario que saca la pieza, también quite rebaba y taladre, porque nos dimos cuenta que el operario que sacaba la pieza tenía mucho tiempo inactivo.

➤ Diagrama de recorrido del proceso

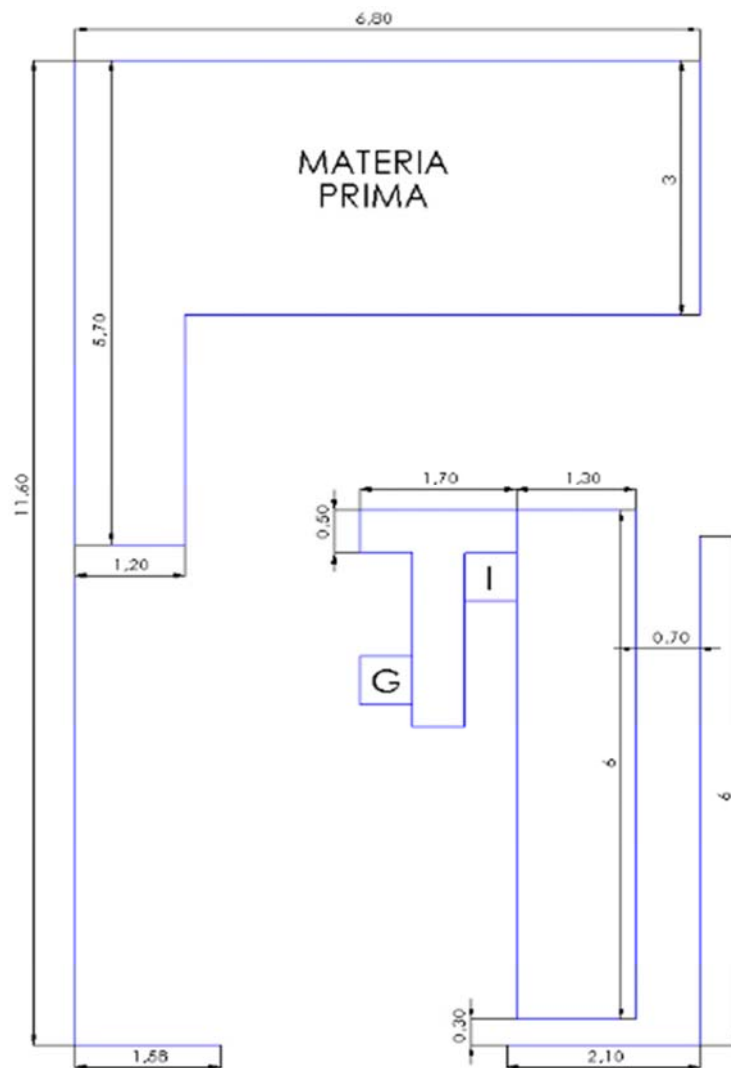
A continuación se presenta el diagrama de recorrido del proceso.

Figura 9. Distribución de los puestos de trabajo del proceso productivo para la elaboración de una tapa para contador.



➤ **Plano de la sección en donde se elabora el producto** En la siguiente figura, se presenta la sección donde se realiza el producto.

Figura 10. Sección del proceso



➤ **Análisis de ergonomía**

- **Estudio de las condiciones ambientales del proceso productivo** La evaluación del ruido, ventilación, ambiente psicolaboral, radiaciones, iluminación, estrés térmico y sus respectivos acondicionamientos ergonómicos, permitirá la adopción de medidas destinada a las mejoras de las condiciones que actualmente se presentan en la empresa. **Ruido.** En la zona del proceso productivo, para la elaboración de las tapas IR1 OG INT de los contadores; se realizan diferentes tareas donde la presencia del ruido afecta en menor medida al desarrollo de estas

misma, no está claramente definidos los efectos del ruido sobre la realización de estas tareas; ya que la fuente de ruido que existe en la zona no produce impacto negativo en los trabajadores y en la productividad de este proceso.

- **Ruido Exterior.** En este caso, el ruido procedente del exterior del lugar de trabajo; como: las calles, tráfico entre otros, no afecta en ningún sentido a la producción ya que se cuenta con una selección apropiada de los materiales de construcción, el diseño del aislamiento y la selección del tipo de ventanas.
- **Ruido de Personas.** Dentro de la empresa se adoptan medidas organizativas como la distribución adecuada de los puestos de trabajo, realización de pausas a lo largo de la jornada, dotación de lugares sin ruidos para las pausas.
- **Ruido en la Instalaciones.** En la zona del proceso y en general se cuenta con sistemas como ventilación, entre otros; que no generan impactos negativos de ruido; y dado el caso que esta situación se presente a futuro, en lo posible se debe conseguir la reducción del ruido procedente de estos sistemas.
- **Ventilación.** Se cuenta con un sistema de ventilación, (ventilador) dentro de la zona donde se realiza el proceso para fabricar las tapas IR de los contadores; este ventilador, cumple con dos funciones dentro del área:

La propuesta de mejora realizada, la cual consiste en eliminar la etapa de enfriamiento del proceso de producción, permitió llevar a cabo el desarrollo de un sistema de ventilación (ventilador) dentro de la zona del proceso, el cual tiene como fin, agilizar indirectamente, es decir sin ser una etapa propia y definida en el proceso, el enfriamiento de la tapa, una vez es sacada de la inyectora.

Además de garantizar una mejor rapidez en el enfriamiento de la tapa, permite que en toda la zona, haya mejor ventilación en el puesto de trabajo de los operarios y que no exista saturación o calor excesivo.

- **Radiaciones.** En la zona del proceso, no hay agentes externos o internos que proporcionen algún tipo de radiación.
- **Iluminación.** Se cuenta con una buena iluminación para el desarrollo de las diferentes actividades a realizar en el proceso. Durante el día, la luz solar penetra en una de las claraboyas que se encuentra situada directamente en el puesto de

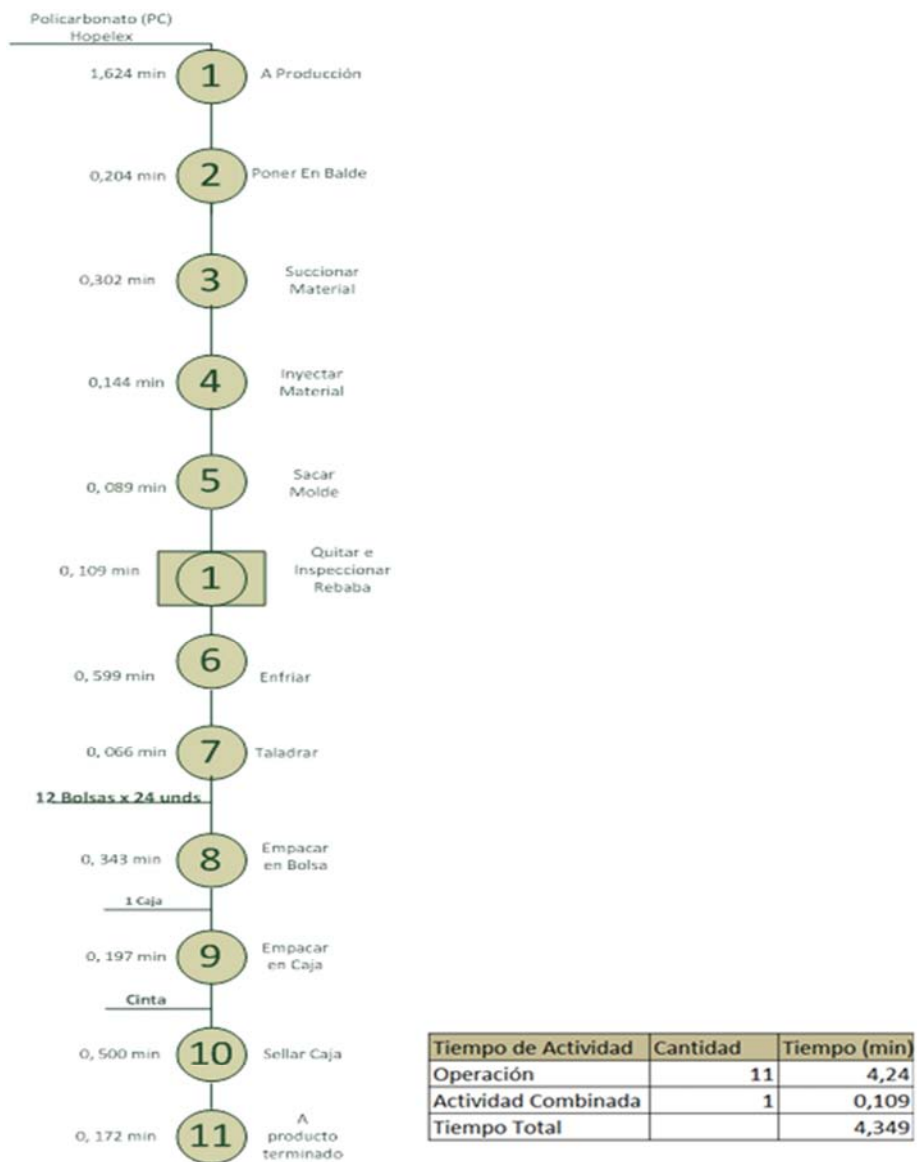
trabajo, lo cual ayuda a que además de tener una excelente iluminación, se ahorre la electricidad en el sistema.

- **Estrés térmico.** El ambiente de trabajo influye y altera la salud de los operarios; por ello en la empresa se cuenta con un ambiente térmico bueno, y actualmente en la zona del proceso de producción de tapas IR, con el ventilador implementado las condiciones mejoran. En la zona del proceso las tareas se realizan bajo condiciones normales de calor, presión, humedad entre otros; y por ello el trabajador no sufre gran fatiga que lo obliga a realizar mayor número de descansos a parte los programados, como lo son: la media mañana y media tarde.

El calor dentro de la zona; tiende hacer alto debido a la maquina inyectora; ya que las cajas después de salir de la maquina acumulan calor y ésta se va esparciendo en todo el lugar de trabajo; pero gracias a la propuesta de un sistema de ventilación, (ventilador), los trabajadores elaboran actualmente bajo condiciones normales, y amenas.

➤ **Cursograma sinóptico del proceso**

Figura 11. Cursograma sinóptico del proceso actual.



➤ **Cursograma analítico del material**

Tabla 4. Diagrama analítico del material actual.

CURSOGRAMA ANALÍTICO				Operario / <u>Material</u> / Equipo				
Diagrama no. 1		Hoja: 1 de 1		Resumen				
Producto: Tapa de contador IR				Actividad	Actual	Propuesto	Economía	
				Operación	○	10		
				Inspección	□			
				Espera	◇			
				Transporte	⇄	2		
Actividad: Poner, succionar, inyectar, cortar, taladrar, enfriar, empacar, sellar, llevar.				Almacenamiento	▽			
				Distancia (mts.)				
Método: <u>ACTUAL</u> / Propuesto								
Lugar:				Tiempo (min.-hom.)	4.499			
Operario (s):		Ficha no.		Costo				
Compuesto por:		Fecha:		Mano de obra				
Aprobado por:		Fecha:		Material				
				TOTAL				
DESCRIPCIÓN		Cantidad	Distancia	Tiempo (minutos)	Actividad			OBSERVACIONES
					○	□	◇	
Llevado a área de producción				1,624			X	Por un gato.
Depositado en un balde				0,204	X			
Succionado				0,302	X			Por una manguera
Inyectado al molde				0,144	X			Por una inyectora
Sacado de la maquina				0,089	X			
Rebaba quitada				0,109	X			Con bisturí
Enfriado				0,749	X			
Taladrado				0,066	X			
Empacado en bolsas				0,343	X			2 unidades por cada bolsa
Empacado en cajas				0,197	X			24 unidades por caja
Sellado				0,500	X			Con cinta adhesiva
Llevado al área de producto terminado				0,172			X	

➤ **Diagrama bimanual puesto de trabajo 1**

Figura 12. Puesto de trabajo 1. Sacar la pieza de la máquina.

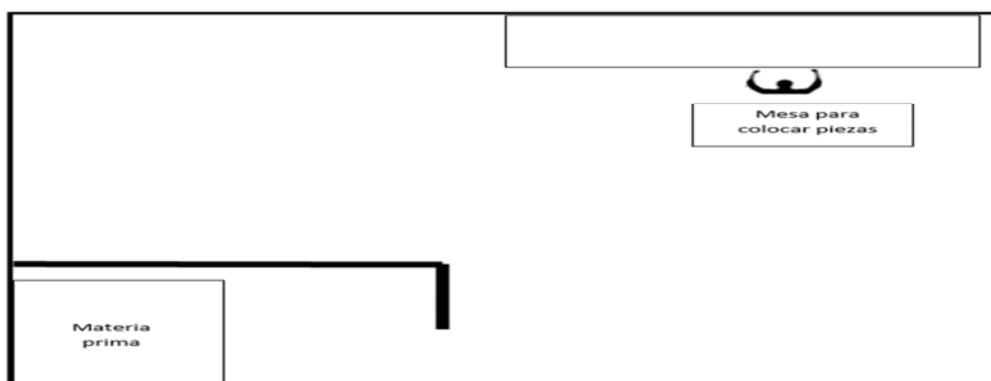


Tabla 5. Diagrama bimanual actual puesto 1.

Operación: Moldear y sacar la pieza de la maquina

Página 1 de 3

RESUMEN						
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA	
	I	D	I	D	I	D
	12	12				
	6	9				
	4	2				
	3	2				
TOTAL	25	25				
Distancia	6.8 Metros		Metros		Metros	

METODO: ACTUAL ☒ MEJORADO ☐

EMPIEZA : Desplaza mano

TERMINA: Pone pieza en meza

ELABORÓ: Grupo de trabajo

FECHA: Octubre 18 2014

[illegible]

























































































































MANO IZQUIERDA					MANO DERECHA					
Desplaza la mano hacia la materia prima					1					Desplaza la mano hacia la materia prima
Toma el costal de materia prima					2					Toma el costal de materia prima
Desplaza el costal al carrito transportador					3					Desplaza el costal al carrito transportador
Pone el costal en el carrito					4					Pone el costal en el carrito
Suelta el costal					5					Suelta el costal
Desplaza la mano al carrito transportador					6					Desplaza la mano al carrito transportador
Empuja carrito					7					Empuja carrito
Desplaza al costal					8					Desplaza al costal
Toma el costal					9					Toma el costal
Desplaza el costal a meza					10					Desplaza el costal a meza
Sostiene el costal					11					Abre el costal
Toma el costal					12					Toma el costal
Levanta el costal					13					Levanta el costal
Gira el costal sobre el balde de la maquina					14					Sostiene el costal
inmóvil					15					Desplaza el costal

Tabla 5. (Continuación).

Operación: **Moldear y sacar la pieza de la maquina**

Página **1** de **3**

RESUMEN

ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA	
	I	D	I	D	I	D
○	12	12				
→	6	9				
⬇	4	2				
▽	3	2				
TOTAL	25	25				
Distancia	6.8 Metros		Metros		Metros	

METODO: ACTUAL ☒ MEJORADO ☐
 EMPIEZA : Desplaza mano
 TERMINA: Pone pieza en meza
 ELABORÓ: Grupo de trabajo
 FECHA: Octubre 18 2014

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

➤ Diagrama bimanual puesto de trabajo 2.

FIGURA 13. Puesto de trabajo 2. Quitar rebaba-inspeccionar y taladrar.

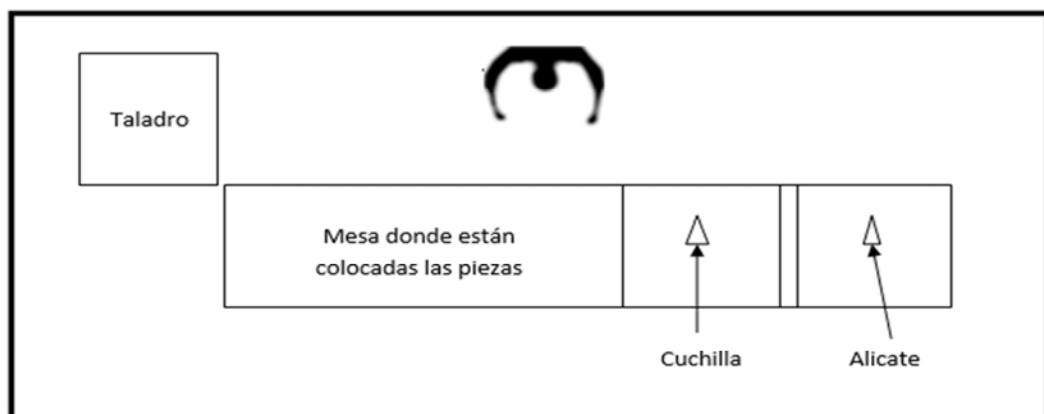


Tabla 6. Diagrama bimanual actual puesto 2.

Operación: Quitar rebaba-inspeccionar y taladrar la pieza

Página 2 de 3

RESUMEN						
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA	
	I	D	I	D	I	D
○	5	16				
→	2	9				
D	2	0				
▽	17	1				
TOTAL	26	26				
Distancia	3 Metros		Metros		Metros	

METODO: ACTUAL ☒ MEJORADO ☐
 EMPIEZA : Desplaza hacia la pieza
 TERMINA: Suelta la pieza
 ELABORÓ: Grupo de trabajo
 FECHA: 18 octubre 2014







































MANO IZQUIERDA					MANO DERECHA					
Desplaza hacia la pieza					1					Desplaza hacia herramienta
Toma la pieza					2					Toma alicate
Sostiene la pieza					3					Desplaza hacia la pieza
Sostiene la pieza					4					Arranca sobrante de la pieza
Sostiene la pieza					5					Se desplaza hacia la meza
Sostiene la pieza					6					Suelta el alicate
Sostiene la pieza					7					Toma cuchilla
Sostiene la pieza					8					Desplaza a la pieza
Sostiene la pieza					9					Quita rebaba
Sostiene la pieza					10					Desplaza hacia la meza
Sostiene pieza					11					Suelta cuchilla
Sostiene pieza					12					Se desplaza hacia la pieza
Sostiene pieza					13					Toma la pieza
Desplaza la pieza a la mesa del taladro					14					Desplaza la pieza a la mesa del taladro
Pone la pieza en el taladro					15					Pone la pieza en el taladro
Sostiene la piza					16					Suelta la pieza
Sostiene la piza					17					Se desplaza a la palanca del taladro

Tabla 6. (Continuación).

Operación: Quitar rebaba-inspeccionar y taladrar la pieza Página 2 de 3

RESUMEN						
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA	
	I	D	I	D	I	D
○	5	16				
→	2	9				
▽	2	0				
▼	17	1				
TOTAL	26	26				
Distancia	3 Metros		Metros		Metros	

</

➤ Diagrama bimanual puesto de trabajo 3.

Empacar producto y llevar a área de producto terminado.

Figura 14. Puesto de trabajo 3.

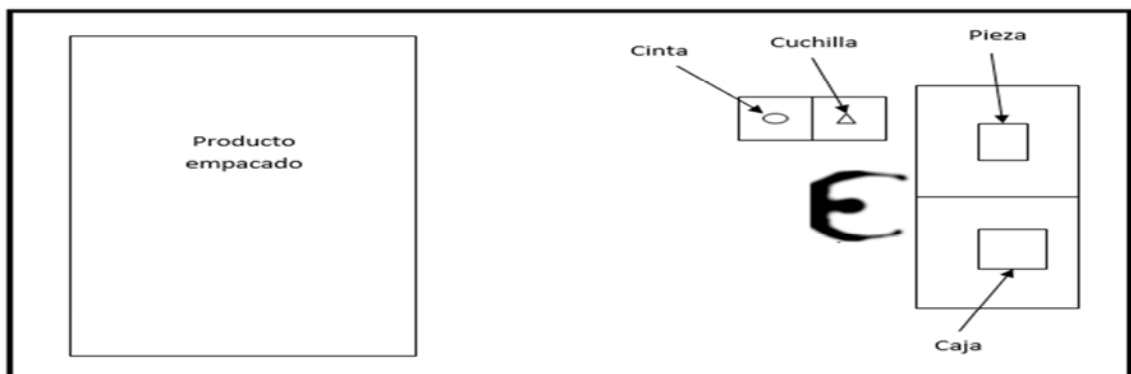


Tabla 7. Diagrama bimanual actual puesto 3.

Operación: Empaque de la pieza

Página 3 de 3

RESUMEN						
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA	
	I	D	I	D	I	D
○	32	30				
→	20	17				
□	0	3				
▽	6	8				
TOTAL	58	58				
Distancia	1.2 Metros		Metros		Metros	

METODO: ACTUAL ☒ MEJORADO ☐
 EMPIEZA : Desplaza hacia la pieza
 TERMINA: Suelta la caja
 ELABORÓ: Grupo de trabajo
 FECHA: 18 octubre 2014

MANO IZQUIERDA					MANO DERECHA				
Desplaza hacia la pieza	○	→	□	▽	1	○	→	□	▽
Toma una cara de la pieza	●	→	□	▽	2	●	→	□	▽
Desplaza la pieza a la meza	○	→	□	▽	3	○	→	□	▽
Suelta la pieza	●	→	□	▽	4	●	→	□	▽
Se desplaza por la otra cara de la pieza	○	→	□	▽	5	○	→	□	▽
Toma la pieza	●	→	□	▽	6	●	→	□	▽
Desplaza la pieza a la meza	○	→	□	▽	7	○	→	□	▽
Coloca esta cara de la pieza encima de la anterior	●	→	□	▽	8	●	→	□	▽
Suelta la pieza	●	→	□	▽	9	●	→	□	▽
Desplaza la mano hacia la bolsa	○	→	□	▽	10	○	→	●	▽
Toma una bolsa	●	→	□	▽	11	○	→	●	▽
Desplaza la bolsa hacia la mano derecha	○	→	□	▽	12	○	→	□	▽
Sostiene bolsa	○	→	□	▽	13	●	→	□	▽
Abre la bolsa	●	→	□	▽	14	○	→	□	▽
Sacude bolsa	●	→	□	▽	15	●	→	□	▽
Desplaza la bolsa a	○	→	□	▽	16	○	→	□	▽

Tabla 7. (Continuación).

Operación: Empaque de la pieza

Página 3 de 3

RESUMEN						
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA	
	I	D	I	D	I	D
○	32	30				
→	20	17				
D	0	3				
▽	6	8				
TOTAL	58	58				
Distancia	1.2 Metros		Metros		Metros	

METODO: ACTUAL ☒ MEJORADO ☐

EMPIEZA : Desplaza hacia la pieza

TERMINA: Suelta la caja

ELABORÓ: Grupo de trabajo

FECHA: 18 octubre 2014

Suelta la pieza	●	→	D	▽	38	●	→	D	▽	Suelta la pieza
Desplaza hacia la tapa le la caja	○	→	D	▽	39	○	→	D	▽	Desplaza hacia la tapa le la caja
Toma la tapa de la caja	●	→	D	▽	40	●	→	D	▽	Toma la tapa de la caja
Desplaza la tapa hacia la otra parte de la caja	○	→	D	▽	41	○	→	D	▽	Desplaza la tapa hacia la otra parte de la caja
Coloca la tapa	●	→	D	▽	42	●	→	D	▽	Coloca la tapa
Suelta la tapa	●	→	D	▽	43	●	→	D	▽	Suelta la tapa
Desplaza hacia la cinta	○	→	D	▽	44	○	→	D	▽	inmóvil
Toma la cinta	●	→	D	▽	45	○	→	D	▽	Desplaza la mano hacia la cinta
Sostiene la cinta	○	→	D	▽	46	●	→	D	▽	Desenrolla la cinta
Sostiene un extremo de la cinta	○	→	D	▽	47	●	→	D	▽	Envuelve la cinta
Suelta el extremo de la cinta	●	→	D	▽	48	○	→	D	▽	Sostiene la cinta
Desplaza hacia el bisturí	○	→	D	▽	49	○	→	D	▽	Sostiene la cinta
Toma el bisturí	●	→	D	▽	50	○	→	D	▽	Sostiene la cinta
Desplaza el bisturí hacia la cita	○	→	D	▽	51	○	→	D	▽	Sostienen la cinta
Corta la cinta	●	→	D	▽	52	○	→	D	▽	Sostienen la cinta
Desplaza el bisturí a la meza	○	→	D	▽	53	○	→	D	▽	Desplaza el rollo de cinta a la meza
Suelta el bisturí	●	→	D	▽	54	●	→	D	▽	Suelta la cinta
Desplaza a la caja	○	→	D	▽	55	○	→	D	▽	Desplaza a la caja
Toma la caja de arriba	●	→	D	▽	56	●	→	D	▽	Toma la caja de abajo
Desplaza la caja a bodega	○	→	D	▽	57	○	→	D	▽	Desplaza la caja a bodega
Suelta la caja	●	→	D	▽	58	●	→	D	▽	Suelta la caja

- **Estudio de micromovimientos.** Para aplicar el estudio de micromovimientos se elige cual es el puesto más crítico, es decir, el más importante para el proceso y se determinó que era moldear y sacar la pieza de la máquina, ya que sin este proceso no se podrían llevar a cabo los otros.

Tabla 8. Micromovimientos actual.

Resumen		
Actividad	Actual	Mejorado
○	No	No
→	4	5
□	2	2
◇	0	0
▽	3	3
	0	0
Total	9	10

METODO: ACTUAL ☒ MEJORADO ☐

EMPIEZA : Buscar

TERMINA: Demora inevitable

ELABORÓ: Grupo de trabajo

FECHA: Octubre 18 2014

Método Actual

ACTIVIDAD	○	→	□	◇	▽
Buscar	○	→	□	◇	▽
Seleccionar	●	→	□	◇	▽
Alcanzar	○	→	□	◇	▽
Tomar	●	→	□	◇	▽
Mover	○	→	□	◇	▽
Sostener	○	→	□	◇	▽
Soltar	●	→	□	◇	▽
Usar	●	→	□	◇	▽
Demora inevitable	○	→	□	◇	▽

- **Buscar:** el operario localiza la el lugar exacto en el cual está la materia prima, también busca la pieza dentro de la máquina para después tomarla.
- **Seleccionar:** El operario selecciona los costales que contiene la materia prima para llevarlos hacia la máquina.
- **Alcanzar:** el operario estira su mano para alcanzar la pieza que está dentro de la maquina
- **Tomar:** el operario rodea la pieza con sus manos y cierra los dedos, también toma herramientas como alicate y cuchilla
- **Mover:** el operario mueve la pieza de la maquina hacia la meza
- **Sostener:** el operario sostiene la pieza para quitar rebabas e imperfecciones

- Soltar: el operario coloca la pieza sobre un meza y luego la suelta esto lo hace cuando ya termina de quitar rebaba e imperfecciones.
- Usa: en el ciclo el operario una herramientas como alicate y cuchilla para quitar rebaba e imperfecciones de la pieza.
- Demora: retraso inevitable: el operario debe esperar unos segundos mientras la pieza es inyectada. También debe esperar a que la pieza se enfriara para quitar rebaba.

Tabla 9. Simbología.

Nombre	Símbolo	Productivo
Buscar	B	no
Seleccionar	SE	no
Alcanzar	AL	si
Tomar	T	si
Mover	M	si
Sostener	SO	no
Soltar	SL	si
Usar	U	no
Demora inevitable	DI	no

- **Diagrama de actividades múltiples.**

Tabla 10. Diagrama de actividades múltiples.

TIEMPO	OPERARIO 1	TIEMPO	OPERARIO 2	TIEMPO	OPERARIO 3	TIEMPO	MAQUINA 1	TIEMPO					
0.05	Poner materia prima en el valde	0.204											
0.10													
0.15													
0.204													
0.25													
0.30													
0.35													
0.40													
0.45													
0.506							Succionar el material	0.302					
0.55													
0.60							Inyectar el material	0.144					
0.65													
0.70	Sacar la pieza de la maquina	0.089											
0.739													
0.80			Quitar rebaba e inspeccionar	0.109									
0.848													
0.90													
0.95													
1.00			Dejar enfriar el material	0.749									
1.597													
1.663			Taladrar	0.066									
1.70													
1.80													
1.90							Empacar en bolsa	0.343					
2.006													
2.10							Empacar en caja	0.197					
2.15													
2.203													
2.30													
2.40													
2.50													
2.60							Sellar la caja	0.500					
2.703													
2.80							Llevar a producto	0.172					
2.875													

➤ **Principios de economía de movimientos que se están aplicando.**
Moldear y sacar la pieza de la maquina:

- Utilización del cuerpo humano: En cuanto a la utilización del cuerpo humano las manos comienzan en movimiento al mismo tiempo se desplazan simultáneamente hacia el costal que tiene la materia prima; las manos nunca se encuentran inactivas simultáneamente, hay parte del proceso donde se presenta inactividad pero solo es una mano.

Los movimientos de los brazos se hacen simultáneamente y hacia la misma dirección en el momento de tomar el costal que contiene la materia prima.

El operario tiene un ritmo bueno de trabajo muy fluido adicionando la materia prima a la máquina y después sacando las piezas.

- Instalación del puesto de trabajo: La materia prima cae por gravedad por el baldé precalentado hacia la máquina. El puesto de trabajo solo está dispuesto para que el operario este de pie.

- Concepción de la herramienta y equipo: La empuñadura para abrir la puerta de la maquina permite el máximo contacto con la mano.

Los costales de contienen materia prima se precolocan para luego ser transportados.

Quitar rebaba inspeccionar y taladrar la pieza:

- Utilización del cuerpo humano: Las manos nunca se encontraran inactivas simultáneamente, solo la mano izquierda está inactiva en la última parte del ciclo mientras que la derecha realiza tareas.

Hay un buen ritmo de trabajo por parte del operario es muy fluido quitando rebaba y taladrando.

- Instalación del puesto de trabajo: Herramientas como el alicate y cuchilla siempre ocupan un lugar fijo. Y están cerca del operario. El puesto solo está dispuesto para que el operario realice la tarea de pie. El taladro está bien dispuesto y ubicado.

- Concepción de la herramienta y equipo: El taladro se precoloca en posición para taladrar en el lugar justo. El taladro tiene empuñaduras que permiten el buen contacto.

Empacar el dispositivo:

- Utilización del cuerpo humano: Las manos inician el movimiento al mismo tiempo al desplazarse hacia la pieza para tomarla.

Las manos nunca quedan inactivas al mismo tiempo.

Muchos movimientos de los brazos se realizan simétricamente.

El operario tiene un ritmo de trabajo fluido y sencillo empaca muy bien las piezas

- Instalación del puesto de trabajo:_Los materiales como la caja cintas cuchillas y las piezas están en un lugar definido. Y esto facilita su control esto permite una buena secuencia de trabajo.

El puesto de trabajo está dispuesto solo para que el operario este de pie.

- Concepción de la herramienta y equipo:_Los materiales como la caja cinta y cuchilla ya están precolocadas.

6.4.2 Método mejorado.

➤ Técnica de interrogatorio.

- ¿**Qué** se hace? En el proceso escogido se obtiene una base para contadores.
- ¿**Por qué** se hace? Estas bases sirven como soporte a los contadores.
- ¿**Dónde** lo hace? En el área de inyección de tapas para contadores.
- ¿**Por qué** lo hace en ese lugar? Porque fue el lugar escogido para la elaboración de este producto.
- ¿**Dónde podría** hacerse? Solo se puede realizar en ese lugar ya que es donde se encuentra la máquina, no hay otra que realice ese proceso.
- ¿**Dónde debería** hacerse? En esa área de la empresa está bien ubicada.
- ¿**Cuándo** se hace? Depende de la demanda.

- ¿**Por qué** se hace en ese momento? Si tienen demanda deben cumplir con la entrega.
- ¿**Cuándo podría** hacerse? Solo cuando la demanda lo exige.
- ¿**Cuándo debería** hacerse? Solo cuando la demanda lo exija para así evitar un cuello de botella en los productos terminados.
- ¿**Quién** lo hace? Los operarios capacitados.
- ¿**Por qué** lo hace esa persona? Porque ya fueron capacitados para esto.
- ¿**Quién podría** hacerlo? Cualquiera que cuente con la preparación adecuada.
- ¿**Quién debería** hacerlo? Solo el personal que ya ha sido capacitado para esto.

➤ **Propuestas.**

- **Mala distribución de las operaciones que realizan los operarios:** Existen tres operarios, uno es el encargado de quitar la rebaba, el segundo taladra y el tercero empaca. Esto puede ser mejor distribuido, el primero operario puede quitar la rebaba y una vez realizado esto también taladrar, mientras un segundo operario solo empaca.
- **Pérdida de tiempo en la parte de enfriamiento:** Se eliminó el proceso de enfriamiento ya que una vez que al producto se le quitaba la rebaba este debía esperar unos minutos para ser taladrado y empacado. Para solucionar esto se propuso colocar un ventilador.
- **Mala organización de inventario:** El almacén no queda cerca del área de producción para lo cual se recomienda disponer de un espacio cercano al proceso.
- **Espacios de tránsito inexistentes:** Debe de haber suficiente espacio para moverse alrededor. Para el tránsito de vehículos y personas se asignarán espacios.

- **Banco de trabajo (Mesas):** Las mesas de trabajo y los bancos deben ser ajustables. La ajustabilidad garantiza que el empleado realice su trabajo en posiciones corporales bien balanceadas.
- **Mobiliario** (Ausencia de mobiliario adecuado): Se puede colocar silla para postura de pie sentado. El levantarse o sentarse continuamente cuando se está trabajando es una fuente común de malestar y fatiga. Trabajar de pie de manera regular puede provocar dolor en los pies, hinchazón de las piernas, fatiga muscular, dolor en la parte baja de la espalda y otros problemas de salud. En un lugar de trabajo bien diseñado, el trabajador tiene la oportunidad de escoger entre una variedad de posiciones de trabajo bien balanceadas y cambiar entre ellas frecuentemente.
- **Falta señalización:** La empresa no cuenta con la adecuada señalización las cuales deben indicar acciones, lugares y normas. Una correcta señalización puede salvar la vida de un operario.
- **Incorrecta disposición del espacio:** Se puede realizar un plano el cual represente la ubicación y el tamaño de elementos tales como paredes, puertas, alumbrado, etc.
- **Inseguridad en los pisos:** el tipo de materiales del piso son también factores importantes que contribuyen con la comodidad de permanecer de pie. Para permanecer de pie en el trabajo se recomiendan pisos de madera, corcho o de plástico recubierto. Asegúrese que los pisos estén a nivel y no sean resbalosos.
- **Ausencia de elementos de protección personal:** Los operarios no utilizan protección para realizar sus labores como gafas, zapatos de seguridad, cascos de seguridad, protectores para los oídos, etc. Estos son muy importante ya que ayudan a prevenir lesiones y enfermedades profesionales.
- **Operarios desprotegidos del calor de la máquina:** La única protección que utilizan los operarios son guantes pero aun con estos ellos sienten el calor de la máquina, se puede mejorar la calidad de estos productos para que el trabajo sea más eficiente.
- **Pobre Layout (mala distribución de planta):** Distribución que permita que los objetos, documentos, materiales y piezas circulen lo menos posible, reduciendo la distancia que las personas tienen que transitar para realizar una actividad. Principales áreas a analizar (almacenamiento, preparación de pedidos (picking), entre otras).

- **Carga física inadecuada:** Los esfuerzos excesivos de un operario pueden ser causados por una incorrecta organización del trabajo, ambiente de trabajo no satisfactorio. Pueden tomarse medidas preventivas como disminuir el trabajo manual mediante la automatización, evitando los movimientos repetitivos, mejorar las posturas de trabajo, etc.
- **Limitados espacios para operación y mantenimiento:** La distancia mínima entre máquinas o en sus puntos extremos de recorrido y otras partes de instalaciones, columnas o pared será de 0.8m, lo cual no se cumple.
- **Mala localización de los insumos y productos terminados:** El producto terminado está ubicada en zonas que no estaban destinadas a almacenar mercancía.
- **Exposición a factores contaminantes del ambiente (material particulado (humo y polvo):** Los trabajadores expuestos a materia particulado pueden sufrir enfermedades respiratorias con el tiempo. Se recomienda que los operarios utilicen equipos de protección respiratoria.
- **Bipedestación prolongada (trabajo y postura de pie):** Las partes más afectadas son: cervicales, dorsales, lumbares, caderas, rodillas y tobillos. Para minimizar estos efectos se recomienda: Usar calzado cómodo y plano, hacer ejercicios, adaptar la altura de mesas o mostradores al tipo de esfuerzo requerido.
- **Diseño inadecuado, facilidades de servicio de la mano de obra (baños, lavamanos, etc.):** Los servicios comprenden: sanitarios, cuartos para cambio de ropa y suministro de agua potable.
- **Mal diseño antropométrico del puesto (antropometría dinámica):** La postura de pie puede ser la más adecuada cuando se deben realizar esfuerzos pero los operarios pueden presentar con el tiempo problemas cervicales y tirantez de nuca ya que mantienen su cabeza inclinada todo el tiempo. Se recomienda aumentar la altura de la mesa donde trabajan o una silla más alta de lo habitual.
- **No existe delimitación de las zonas de tránsito y operación:** La identificación de las distintas áreas permitirá la delimitación de los espacios de trabajo, de las vías de tránsito y de las áreas de almacenamiento. El trazo de las vías de circulación deberá estar claramente señalizado para así garantizar la seguridad de los trabajadores.

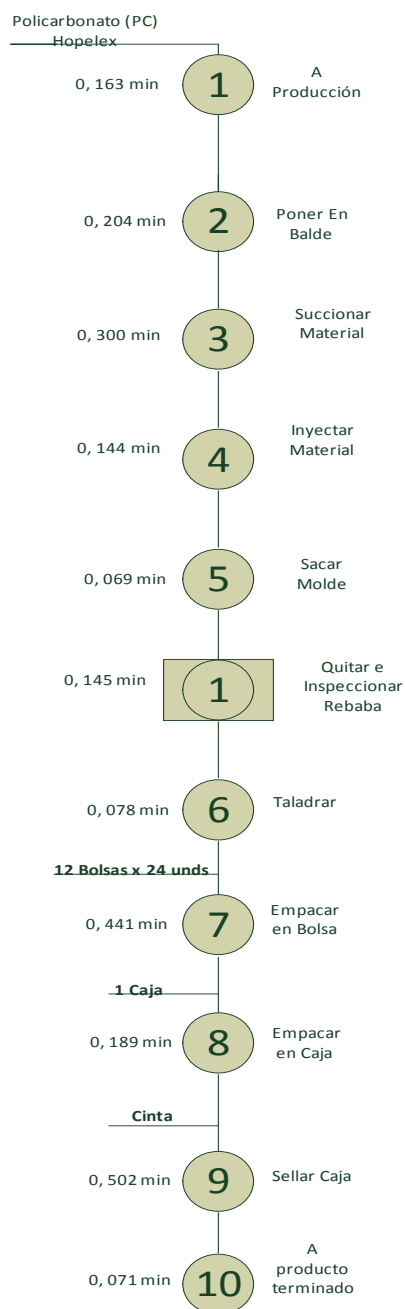
- **Limpieza en el área de trabajo:** Se puede encontrar material, (policarbonato) el cual utiliza para la elaboración del molde, en todo el piso del área donde se realiza el proceso, lo cual puede ser peligroso para los trabajadores pues podría ocurrir accidentes.
- **Ausencia de pallet (plataforma de madera):** Este mejora la utilización del espacio además evitaría que la materia prima se encuentre sobre el piso.

➤ **Descripción del proceso mejorado.**

El proceso mejorado cuenta con el mismo material y las mismas características de dicho. En este proceso la materia prima se almacena en el mismo lugar donde se encuentra la máquina y el producto terminado también va en esta misma área, por tanto se disminuye el desplazamiento y la fatiga del operario que realizaban este trabajo.

El proceso consiste en trasladar la materia prima que se encuentra dentro de unos costales que tienen un peso de 25 Kg cada uno al lugar donde se encuentra ubicada la máquina y principalmente el balde, se deposita el contenido de los costales en dicho balde, el cual se encuentra conectado por medio de una manguera a la máquina inyectora, la cual se ha tenido sometida a un proceso de precalentamiento durante 3.30 o 4 horas, esto se hace con el fin de evitar desperdicios en el material. Una vez el material está en el balde, la manguera procede a succionarlo para iniciar con la inyección y elaboración de la tapa, terminada la inyección, el primer operario procede a sacar dicha tapa con mucho cuidado ya que aún se encuentra caliente; al sacar el producto lo dispone en una mesa cercana a la máquina donde inmediatamente este mismo operario procede a retirar la rebaba y realizar una pequeña inspección, terminado este paso se deja enfriar para poder realizar el proceso de taladrado ya que si se hace con la tapa aún caliente se podrían presentar daños en el material; concluida la operación de taladrar el segundo operario prosigue a empacar el producto en bolsas, se empacan de a dos productos por bolsa, luego de esto dicho producto se lleva a cajas en las cuales se empacan 12 bolsas, es decir, 24 unidades y se procede a sellar muy bien las cajas con cinta adhesiva, finalmente, selladas las cajas con los productos listos, se desplazan al lugar dentro de esta misma área que ha sido destinado para guardar el producto terminado y se espera que los clientes vengan por su producto. Lo cual en ocasiones puede ser en tan solo unas horas, o muchas otras veces pueden pasar hasta días.

Figura 15. Corsograma sinóptico del proceso mejorado.



Tiempo de Actividad	Cantidad	Tiempo (min)
Operación	10	2,161
Actividad Combinada	1	0,145
Tiempo Total		2,306

Tabla 11. Cursograma analítico del material.

CURSOGRAMA ANALÍTICO					Operario / <u>Material</u> / Equipo			
Diagrama no. 1 Hoja: 1 de 1				Resumen				
Producto: Grifo				Actividad	Actual	Propuesto	Economía	
				Operación	9	<input type="checkbox"/>		
Actividad: Poner, succionar, inyectar, cortar, taladrar, empacar, sellar, llevar.				Inspección	2	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
				Espera				
Método: Actual / PROPUESTO				Transporte				
				Almacenamiento				
Lugar:				Distancia (mts.)				
Operario (s): Ficha no.				Tiempo (min.-hom.)	2,306			
Compuesto por: Fecha:				Costo	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
				Mano de obra				
Aprobado por: Fecha:				Material				
				TOTAL				
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Distancia	Tiempo (minutos)	Actividad				OBSERVACIONES
Llevado a área de producción			0,163				X	Por un gato.
Depositado en un balde			0,204	X				
Succionado			0,300	X				Por una manguera
Inyectado al molde			0,144	X				Por una inyectora
Sacado de la maquina			0,069	X				
Rebaba quitada			0,145	X				Con bisturí
Taladrado			0,078	X				
Empacado en bolsas			0,441	X				2 unidades por cada bolsa
Empacado en cajas			0,189	X				24 unidades por caja
Sellado			0,502	X				Con cinta adhesiva
Llevado a área de producto terminado			0,071				X	

➤ **Diagrama bimanual.**

FIGURA 16. Puesto de trabajo #1. Sacar la pieza de la máquina, quitar rebaba-
inspeccionar y taladrar.

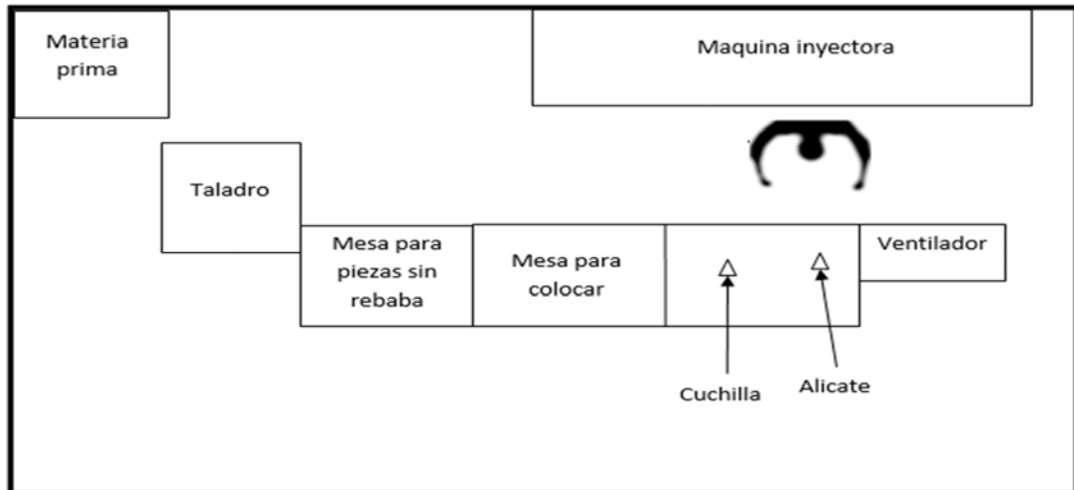


Tabla 12. Operación: Moldear sacar la pieza de la máquina y taladrar.

RESUMEN						
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA	
	I	D	I	D	I	D
○			18	28		
⇒			8	17		
⌋			4	2		
▽			21	4		
TOTAL			51	51		
Distancia	2.10 Metros		Metros		Metros	

METODO: ACTUAL ☐ MEJORADO ☒

EMPIEZA : Desplaza mano

TERMINA: Suelta la pieza

ELABORÓ: Grupo de trabajo

FECHA: Octubre 18 2014

MANO IZQUIERDA					MANO DERECHA					
Desplaza la mano hacia la materia prima	○	➡	▷	▽	1	○	➡	▷	▽	Desplaza la mano hacia la materia prima
Toma el costal de materia prima	●	➡	▷	▽	2	●	➡	▷	▽	Toma el costal de materia prima
Desplaza el costal al carrito transportador	○	➡	▷	▽	3	○	➡	▷	▽	Desplaza el costal al carrito transportador
Pone el costal en el carrito	●	➡	▷	▽	4	●	➡	▷	▽	Pone el costal en el carrito
Suelta el costal	●	➡	▷	▽	5	●	➡	▷	▽	Suelta el costal
Desplaza la mano al carrito transportador	○	➡	▷	▽	6	○	➡	▷	▽	Desplaza la mano al carrito transportador
Empuja carrito	●	➡	▷	▽	7	●	➡	▷	▽	Empuja carrito
Desplaza al costal	○	➡	▷	▽	8	○	➡	▷	▽	Desplaza al costal
Toma el costal	●	➡	▷	▽	9	●	➡	▷	▽	Toma el costal
Desplaza el costal a meza	○	➡	▷	▽	10	○	➡	▷	▽	Desplaza el costal a meza
Sostiene el costal	○	➡	▷	▼	11	●	➡	▷	▽	Abre el costal
Toma el costal	●	➡	▷	▽	12	●	➡	▷	▽	Toma el costal
Levanta el costal	●	➡	▷	▽	13	●	➡	▷	▽	Levanta el costal
Gira el costal sobre el balde de la maquina	●	➡	▷	▽	14	○	➡	▷	▼	Sostiene el costal
inmóvil	○	➡	●	▽	15	○	➡	▷	▽	Desplaza el costal
inmóvil	○	➡	●	▽	16	●	➡	▷	▽	Suelta el costal
Se desplaza hacia la puerta de la maquina	○	➡	▷	▽	17	○	➡	●	▽	inmóvil
Toma la manija de la puerta	●	➡	▷	▽	18	○	➡	●	▽	inmóvil
Abre la puerta de la										Se desplaza hacia la

maquina					19					maquina donde está la pieza
Sostiene la puerta	○	⇒	D	▼	20	●				Toma la pieza
Sostiene la puerta	○	⇒	D	▼	21	●	⇒	D	▽	Saca la pieza de la maquina
Cierra la puerta de la maquina	●	⇒	D	▽	22	○	⇒			Desplaza la pieza
Suelta la manija de la puerta	●	⇒	D	▽	23	○	⇒	D	▼	Sostiene la pieza
Se desplaza hacia la mano derecha que tiene la pieza	○	⇒	D	▽	24	○	⇒	D	▼	Sostiene la pieza
Toma la pieza	●	⇒	D	▽	25	●	⇒	D	▽	Suelta la pieza
Sostiene la pieza	○	⇒	D	▼	26	○	⇒	D	▽	Se desplaza hacia la meza
Sostiene la pieza	○	⇒	D	▼	27	●	⇒	D	▽	Toma alicate
Sostiene la pieza	○	⇒	D	▼	28	○	⇒	D	▽	Desplaza hacia la pieza
Sostiene la pieza	○	⇒	D	▼	29	○	⇒	D	▽	Arranca sobrante de la pieza
Sostiene la pieza	○	⇒	D	▼	30	○	⇒	D	▽	Se desplaza hacia la meza
Sostiene la pieza	○	⇒	D	▼	31	●	⇒	D	▽	Suelta el alicate
Sostiene la pieza	○	⇒	D	▼	32	●	⇒	D	▽	Toma cuchilla
Sostiene la pieza	○	⇒	D	▼	33	○	⇒	D	▽	Desplaza a la pieza
Sostiene la pieza	○	⇒	D	▼	34	●	⇒	D	▽	Quita rebaba
Sostiene la pieza	○	⇒	D	▼	35	○	⇒	D	▽	Desplaza hacia la meza
Sostiene pieza	○	⇒	D	▼	36	●	⇒	D	▽	Suelta cuchilla
Sostiene la pieza	○	⇒	D	▼	37	○	⇒	D	▽	Desplaza hacia la pieza
Toma la pieza	●	⇒	D	▽	38	●	⇒	D	▽	Toma la pieza
Desplaza la pieza a la mesa del taladro	○	⇒	D	▽	39	○	⇒	D	▽	Desplaza la pieza a la mesa del taladro
Pone la pieza en el taladro	●	⇒	D	▽	40	●	⇒	D	▽	Pone la pieza en el taladro
Sostiene la piza	○	⇒	D	▼	41	●	⇒	D	▽	Suelta la pieza
Sostiene la piza	○	⇒	D	▼	42	○	⇒	D	▽	Se desplaza a la palanca del taladro
Sostiene la pieza	○	⇒	D	▼	43	●	⇒	D	▽	Toma la palanca del taladro
Sostiene la pieza	○	⇒	D	▼	44	●	⇒	D	▽	Baja el taladro
Sostiene la pieza	○	⇒	D	▼	45	●	⇒	D	▽	Taladra la pieza
Sostiene la pieza	○	⇒	D	▼	46	●	⇒	D	▽	Sube el taladro
Toma la pieza	●	⇒	D	▽	47	●	⇒	D	▽	Toma la pieza

Saca la pieza de la mesa del taladro	●	⇒	D	▽	48	●	⇒	D	▽	Saca la pieza de la mesa del taladro
Suelta la pieza	●	⇒	D	▽	49	○	⇒	D	▽	Sostiene la pieza
inmóvil	○	⇒	■	▽	50	○	⇒	■	▽	Desplaza la pieza a la mesa
inmóvil	○	⇒	■	▽	51	●	⇒	D	▽	Suelta la pieza

Figura 17. Puesto de trabajo #2.Empacar producto y llevar al área de producto terminado.

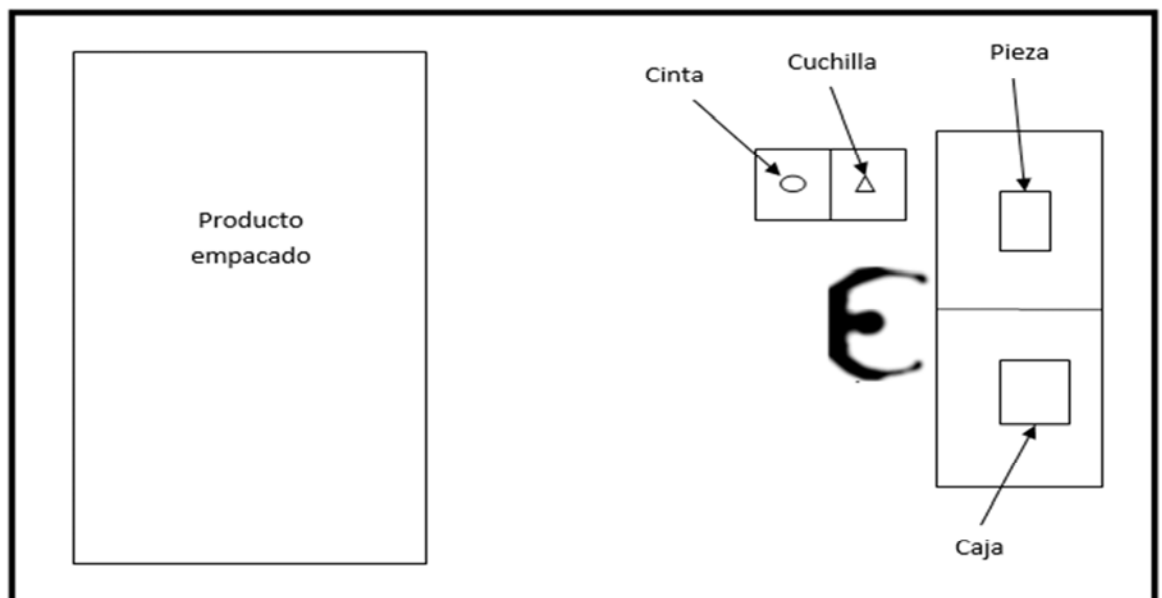


Tabla 13. Operación: Empaque de la pieza.

RESUMEN						
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA	
	I	D	I	D	I	D
○			32	30		
→			20	17		
⌋			0	3		
▼			6	8		
TOTAL			58	58		
Distancia	Metros		1.2 Metros		Metros	

METODO: ACTUAL ☐ MEJORADO ☒

EMPIEZA : Desplaza hacia la pieza

TERMINA: Suelta la caja

ELABORÓ: Grupo de trabajo

FECHA: 18 octubre 2014

MANO IZQUIERDA						MANO DERECHA					
Desplaza hacia la pieza	○	➡	D	▽	1	○	➡	D	▽	Desplaza hacia la pieza	
Toma una cara de la pieza	●	➡	D	▽	2	●	➡	D	▽	Toma una cara de la pieza	
Desplaza la pieza a la meza	○	➡	D	▽	3	○	➡	D	▽	Desplaza la pieza a la meza	
Suelta la pieza	●	➡	D	▽	4	●	➡	D	▽	Suelta la pieza	
Se desplaza por la otra cara de la pieza	○	➡	D	▽	5	○	➡	D	▽	Se desplaza por la otra cara de la pieza	
Toma la pieza	●	➡	D	▽	6	●	➡	D	▽	Toma la pieza	
Desplaza la pieza a la meza	○	➡	D	▽	7	○	➡	D	▽	Desplaza la pieza a la meza	
Coloca esta cara de la pieza encima de la anterior	●	➡	D	▽	8	●	➡	D	▽	Coloca esta cara de la pieza encima de la anterior	
Suelta la pieza	●	➡	D	▽	9	●	➡	D	▽	Suelta la pieza	
Desplaza la mano hacia la bolsa	○	➡	D	▽	10	○	➡	●	▽	inmóvil	
Toma una bolsa	●	➡	D	▽	11	○	➡	●	▽	inmóvil	
Desplaza la bolsa hacia la mano derecha	○	➡	D	▽	12	○	➡	D	▽	Desplaza la mano hacia arriba	
Sostiene bolsa	○	➡	D	▽	13	●	➡	D	▽	Toma la bolsa	
Abre la bolsa	●	➡	D	▽	14	○	➡	D	▽	Sostiene bolsa	
Sacude bolsa	●	➡	D	▽	15	●	➡	D	▽	Sacude bolsa	
Desplaza la bolsa a la meza	○	➡	D	▽	16	○	➡	D	▽	Desplaza la bolsa a la meza	
Poner la bolsa sobre meza	●	➡	D	▽	17	●	➡	D	▽	Pone la bolsa sobre la meza	
Suelta la bolsa	●	➡	D	▽	18	●	➡	D	▽	Suelta la bolsa	
Desplaza hacia la	○	➡	D	▽	19	○	➡	D	▽	Desplaza hacia la pieza	

pieza											
Toma la pieza			D		20						Toma la pieza
Desplaza la pieza hacia la bolsa			D		21			D			Desplaza la pieza hacia la bolsa
Suelta la pieza			D		22						Sostiene la pieza
Toma la bolsa			D		23						Sostiene la pieza
Sostiene la bolsa			B		24			D			Mete la pieza a la bolsa
Sostiene la bolsa			B		25						Suelta la pieza
Sostiene la bolsa			D		26						Toma la bolsa
Estira la bolsa			D		27						Estira la bolsa
Levanta la bolsa			D		28						Levanta la bolsa
Toma un extremo de la bolsa			D		29			D			Toma un extremo de la bolsa
desplaza hacia el extremo contrario			D		30			D			desplaza hacia el extremo contrario
Amarra la bolsa			D		31						Amarra la bolsa
Suelta la bolsa			D		32						Suelta la bolsa
Desplaza la mano			D		33						Desplaza la mano
Toma la pieza			D		34						Toma la pieza
Gira la pieza			D		35						Gira la pieza
Desplaza hacia la caja			D		36			D			Desplaza hacia la caja
Pone la pieza en la caja			D		37			D			Pone la pieza en la caja
Suelta la pieza			D		38			D			Suelta la pieza
Desplaza hacia la tapa le la caja			D		39			D			Desplaza hacia la tapa le la caja
Toma la tapa de la caja			D		40			D			Toma la tapa de la caja
Desplaza la tapa hacia la otra parte de la caja			D		41			D			Desplaza la tapa hacia la otra parte de la caja
Coloca la tapa			D		42			D			Coloca la tapa
Suelta la tapa			D		43						Suelta la tapa
Desplaza hacia la cinta			D		44			D			inmóvil
Toma la cinta			D		45			D			Desplaza la mano hacia la cinta
Sostiene la cinta			D		46			D			Desenrolla la cinta
Sostiene un extremo de la cinta			D		47			D			Envuelve la cinta
Suelta el extremo de la cinta			D		48			D			Sostiene la cinta

Desplaza hacia el bisturí	○	➡	D	▽	49	○	⇨	D	▼	Sostiene la cinta
Toma el bisturí	●	⇨	D	▽	50	○	⇨	D	▼	Sostiene la cinta
Desplaza el bisturí hacia la cita	○	➡	D	▽	51	○	⇨	D	▼	Sostienen la cinta
Corta la cinta	●	⇨	D	▽	52	○	⇨	D	▼	Sostienen la cinta
Desplaza el bisturí a la meza	○	➡	D	▽	53	○	➡	D	▽	Desplaza el rollo de cinta a la meza
Suelta el bisturí	●	⇨	D	▽	54	●	⇨	D	▽	Suelta la cinta
Desplaza a la caja	○	➡	D	▽	55	○	➡	D	▽	Desplaza a la caja
Toma la caja de arriba	●	⇨	D	▽	56	●	⇨	D	▽	Toma la caja de abajo
Desplaza la caja a bodega	○	➡	D	▽	57	○	➡	D	▽	Desplaza la caja a bodega
Suelta la caja	●	⇨	D	▽	58	●	⇨	D	▽	Suelta la caja

6.4.3 Estudio de tiempos

- Dividir la tarea en elementos.

Tabla 14. Método actual.

Elemento	Descripción	Clasificación
1.	Llevar a producción.	Casual, manual.
2.	Poner en balde.	Casual, manual.
3.	Succionar material.	Casual, mecánico.
4.	Injectar material.	Repetitivo, constante, mecánico.
5.	Sacar producto de la máquina.	Repetitivo, constante, manual.
6.	Quitar rebaba e inspeccionar.	Repetitivo, variable, manual, mecánico.
7.	Dejar enfriar.	Repetitivo, constante,

		manual.
8.	Taladrar.	Repetitivo, constante, manual, mecánico.
9.	Empacar en bolsa.	Repetitivo, constante, manual.
10.	Empacar en caja.	Casual, constante, manual.
11.	Sellar.	Repetitivo, constante, manual.
12.	Llevar a producto.	Repetitivo, constante, manual.

Tabla 15. Método mejorado.

Elemento	Descripción	Clasificación
1.	Llevar a producción.	Casual, manual.
2.	Poner en balde.	Casual, manual.
3.	Succionar material.	Casual, mecánico.
4.	Injectar material.	Repetitivo, constante, mecánico.
5.	Sacar producto de la máquina.	Repetitivo, constante, manual.
6.	Quitar rebaba e inspeccionar.	Repetitivo, variable, manual, mecánico.
7.	Taladrar.	Repetitivo, constante, manual, mecánico.
8.	Empacar en bolsa.	Repetitivo, constante, manual.
9.	Empacar en caja.	Casual, constante, manual.
10.	Sellar.	Repetitivo, constante, manual.
11.	Llevar a producto.	Repetitivo, constante, manual.

➤ **Tiempos de la operación.**

- **Método actual.**

Tiempo estándar: 5,298 min.

- **Método mejorado.**

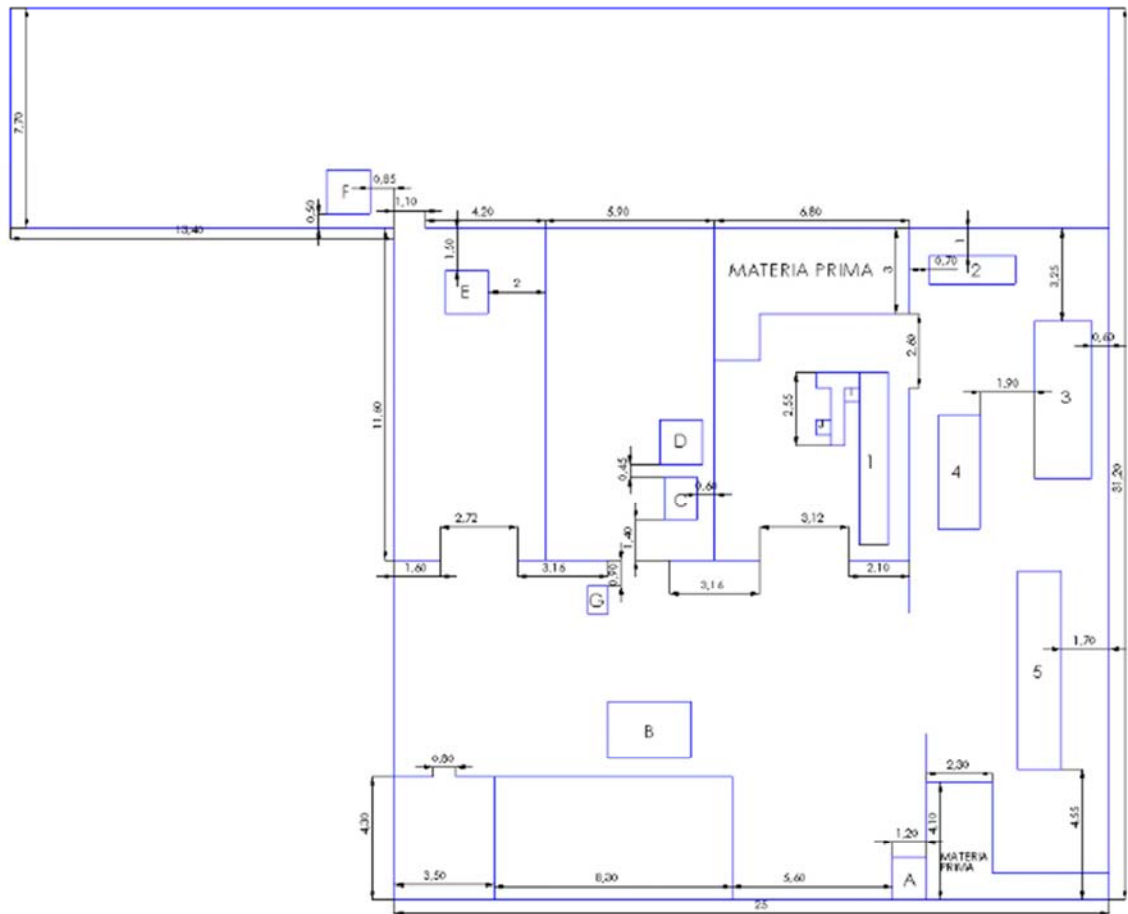
Tiempo estándar: 2,669 min.

Con el método mejorado permitió la reducción de tiempo en un 50%, ya que se paso de un tiempo estándar de 5,298 minutos a 2,669 minutos. Lo cual genera un aumento de la productividad.

➤ **Plano de la organización mejorado**

A continuación se muestra el plano mejorado de la organización, con sus respectivas medidas.

Figura 18. Plano mejorado de la organización.



Este plano se puede observar que las materias primas están ubicadas al pie de las máquinas, lo que genera una fácil identificación, transporte y elimina tiempo muertos y desgaste físico y reduce el tiempo de desplazamiento a 5 metros máximo. Esta ubicación de las materias se le hizo para todas las máquinas.

Este plano se llevó a cabo por medio de los siguientes pasos:

- Planear la distribución global con base en la producción.
- Relacionar las distintas zonas de trabajo entre sí.
- Desarrollar una distribución general en base a lo anterior.
- Analizar y ajustar punto por punto a las condiciones reales.

- Planear el proceso y la maquinaria a partir de las necesidades de materiales. (determinar la cantidad de cada producto y seleccionar los equipos de acuerdo a criterios económicos y de eficiencia).
- Planear la Distribución en torno al proceso y a la maquinaria.
- Planear con ayuda de los medios informáticos más adecuados para visualizar la Distribución.

Finalmente se realizó una comparación y evaluación del diseño actual de la empresa y el nuevo diseño en términos de uso del tiempo, espacio, eficiencia, etc. para lo cual se aplicaron los indicadores que permitieron concluir sobre ello. Este diseño tiene en cuenta la facilidad de acceso, identificación y almacenamiento de materia prima como su flujo, para eliminar tiempos muertos y cuellos de botellas.

7. CONCLUSIÓN

Durante el desarrollo del proyecto, aprendí mucho tanto del proceso de inyección como de la empresa y sus productos, algunos que no conocía, además la empresa no tiene muchos años y aún tiene muchos factores que se pueden estudiar para realizarles mejoras. Muchos de estos fueron señalados en las propuestas.

De las 22 propuestas realizadas fueron escogidas 3 como principales para aplicarlas al proceso y mejorar este. Por ejemplo de 3 operarios que realizaban el proceso solo dos lo realizan ahora, ya que antes los operarios quedaban inactivos durante un tiempo. Ahora el operario que quita la rebaba es el mismo que taladra la tapa y cuando termina de realizar esto ya la siguiente tapa está lista. Además para que la tapa sea taladrada se necesitaba dejarla enfriar durante un tiempo ahora ese tiempo se redujo ya que se colocó un ventilador para acelerar el proceso de enfriamiento.

Se tomaron tiempos al método actual (con 3 operarios) y luego se volvieron a tomar tiempos al método mejorado, en el cual ya se habían implementado las mejoras propuestas por nuestro equipo. Comparando estos resultados y calculando la variación entre ambos métodos se encontraron mejoras significativas en el proceso.

En este trabajo nuestro se aprendió la importancia de una buena distribución del puesto de trabajo, de analizar bien un proceso ya sea de un producto o servicio y la importancia de realizar mejoras; no solo se realizaron propuestas sino que también se implementaron y se pudieron eliminar tiempos muertos cumpliendo así el objetivo de nuestro proyecto.

La distribución en planta se caracteriza por eliminar en un mayor porcentaje los desperdicios de materia prima, optimizando materiales, tiempo, distancias y operando bajo un concepto de producción encaminado a la satisfacción de los requerimientos y necesidades del cliente.

Este trabajo se realiza con la objetivo de aprender en qué consiste la distribución en planta en manera teórica y práctica como parte fundamental de la ingeniería industrial en el área de producción, poniendo en práctica en la mayoría de los conceptos vistos a lo largo de la carrera.

Con este proyecto se obtiene una buena distribución en planta que evite fracasos productivos y económicos, contribuyendo a un mejoramiento continuo en los procesos.

BIBLIOGRAFIA

APPLE, James A. Plant layout and material handling. Krieger Publishing. Tercera. 1991. 158 p.

ARIAS, Francisco Javier, La cultura japonesa cogió puesto en cervecería Union. ,El Colombiano, Economía y Negocios >> Empresas exitosas [en línea] 2009 – [citado el 16 de septiembre de 2013]. Disponible en internet: http://www.elcolombiano.com/proyectos/serieselcolombiano/textos/empresas_exitosas/cervunion.htm

FRANCIS, R.L., L. F. McGinnis and J.A. White, Facility Layout and Location: an Analytical Approach, second edition, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. 1992. 457 p.

KONZ, S. Facility Design: Manufacturing Engineering, second edition, Publishing Horizons Inc., Scottsdale, AZ, 1993.

MACHUCA Domínguez, José Antonio. Dirección de operaciones. Aspectos estratégicos en la producción y los servicios. Editorial Mc. Graw Hill. 548 p.

MUTHER, Richard. Distribución en Planta. Editorial Hispano Europea. Barcelona. España. 1981

RIGGS James L. Sistemas de Producción, planeación, análisis y control. Limusa Noriega Editores. México. 2008.

STEPHENS, Matthew P. and Meyers, Fred E., Diseño de Instalaciones de Manufactura y Manejo de materiales: Pearson Prentice Hall. 2006. 158 p

SULE D. R. Instalaciones de Manufactura, Ubicación, Planeación y Diseño. Segunda Edición. Thomson Learning. 2001, 157 p.

TOMPKINS, et al. Planeación de Instalaciones. Thomson Learning. Tercera Edición. New York, 2006. 254 p.